

**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
„ДЕРЖАВНИЙ АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”**

В.Г. ДІДОРА

**АГРОЕКОЛОГІЧНЕ
ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ
ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ
ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ
В ПОЛІССІ УКРАЇНИ**

Монографія

м. Житомир
2008

УДК 633.521:581.5(477.41/.42)

ББК 42.16

Д44

Рецензенти:

В.Б. Ковальов – доктор сільськогосподарських наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, завідувач відділу біотехнології та розсадництва хмелю Інституту сільського господарства Полісся УААН;

О.Ф. Смаглій – доктор сільськогосподарських наук, професор, зав. кафедри агроекології Державного агроекологічного університету;

І.М. Ковтунік – доктор сільськогосподарських наук, професор, заслужений діяч науки і техніки Російської Федерації, завідувач кафедри селекції та генетики сільськогосподарських культур Подільського державного аграрно-технічного університету.

Д44 **Дідора В.Г.** Агроекологічне обґрунтування технології виробництва продукції льону-довгунця: монографія / В.Г. Дідора. – Житомир: Вид-во ДВНЗ «Державний агроекологічний університет», 2008. – 411 с.

ISBN 978-966-8706-27-1

На основі ауксонографічного методу установлені критерії росту в онтогенезі як інтегрального показника продукційного процесу льону-довгунця. На базі нового електрично-оптичного приладу визначена динаміка формування площі листової поверхні, чиста продуктивність фотосинтезу та утворення вуглеводів.

З урахуванням біологічних особливостей розроблена високоефективна технологія вирощування льону-довгунця на базі основного і передпосівного обробітку ґрунту, системи удобрення, щільності фітоценозу щодо використання виявлених закономірностей росту і розвитку рослин в онтогенезі, а також виробництво продукції в зоні радіоактивного забруднення. Розраховано економічну та енергетичну ефективність.

Для науковців, спеціалістів різних форм господарювання, викладачів, студентів, для всіх, хто зацікавлений у розвитку Поліського регіону України.

Рекомендовано до друку вченою радою ДАЕУ (протокол № 5 від 29.12.2007 р.)

ISBN 978-966-8706-27-1

© ДВНЗ “ДАЕУ”, 2008

© В.Г. Дідора, 2008

*Традиційній культурі рідного
Поліського краю України –
льону-довгунцю присвячую*

Передмова

Льон-довгунець – стародавня сільськогосподарська культура. Перші стрункі билинки з блакитними, дещо приниклими, квіточками були вирощені людиною майже дев'ять тисяч років тому назад.

Мистецтво вирощування цієї культури зародилась у гірських областях Індії. Проте льон-довгунець як одна із найбільш старовинних культур Західної Азії та Середземноморського узбережжя знайшов другу європейську батьківщину – Українське Полісся.

Якщо загибель врожаю льону порівнюється до однієї з “семи єгипетських страт”, то загибель галузі льонарства на Поліссі України – до зuboжіння аграрного сектору. Льон був і повинен залишитись символом чистоти, світла, вірності. Про нього слід сказати так: це екологічно чиста рослина, один із найкращих плодів землі, який використовувався і використовується для верхнього і нижнього одягу благочестивих єгипетських жреців і покрив для святих предметів.

Льон впродовж свого життя приваблює людей. Навесні сходи його – це килим смарагдово-соковитої зелені, по якому здалека можна розпізнати поле, засіяне льоном.

Влітку, вранці синьооко-красиве цвітіння поліського шовку. У полі стоять тонесенькі, стрункі стеблинки зі світло-блакитними, дещо похиленими квіточками. І інколи не зрозуміло, де небо, а де земля, що народжує льон. Від споглядання такого дива стаєш добрішим, лагіднішим, життя наповнюється красою.

Перед збиранням врожаю ляне поле – це осліплююча золота долина з червоним відтінком. Особливо привабливе ляне волокно, зафарбоване у сталевий колір з платиновими відсвітами та переливами.

Про льон написано дуже багато віршів і пісень. О.С. Пушкін створив образ Ольги у романі “Євгеній Онєгін”, використовуючи яскраві епітети:

*«Глаза, как небо голубые,
Улыбка, локоны льняные ...»*

А відомий поет О. Прокоф'єв у вірші “Лада” застосує таку характеристику:

*«Синью яркой блещет взгляд,
Синевой глаза горят,
Длинен волос твой льняной,
Славен голос озорной ...»*

А кому невідомі українські пісні, де прославляється велич льону! Славить синьоокого красеня у своїй пісні і народний артист України І.М. Сльота:

*“А льон цвіте синьо-синьо,
а мати жде додому сина ... ”*

У недалекому минулому льон в Україні вирощували не тільки для внутрішніх потреб, він був предметом торгівлі з багатьма країнами світу, а вироби Житомирського льонокомбінату прославилися майже у всіх країнах.

Переконаний, що відтепер в Україні створене правове поле розбудови принципово нових структур агробізнесу, які належатимуть сільськогосподарським товаровиробникам і контролюватимуться ними. Так, це і є шлях до відродження “поліського шовку” в Україні.

Глибоко переконаний, що наші досягнення в біології і розробці високоефективної технології вирощування будуть сприяти розвитку льонарської галузі, яка стане джерелом валютних надходжень до України.

Щиро і сердечно вдячний доктору біологічних наук, професору, академіку Російської академії наук В.С. Шевелусі; доктору біологічних наук, професору, члену-кореспонденту Української академії аграрних наук М.Й. Долгілевичу за методологічне спрямування моїх досліджень.

Глибока вдячність доктору сільськогосподарських наук, професору, заслуженому діячу науки і техніки В. Б. Ковальову; доктору економічних наук, професору М.П. Поліщуку; кандидатам сільськогосподарських наук, доцентам М.С. Чернілев-

ському та Н.Я. Кривич за їх допомогу, підтримку і сприяння у новому напрямку проведення досліджень.

Підготовка і вихід у світ авторської книжки стало можливим лише при всебічній підтримці і безпосередній допомозі ректора університету, доктора економічних наук, професора А.С. Ма-линовського.

Віктор Дідора

ВСТУП

Льонарство і лляна промисловість України мають великий потенціал, набутий досвід і матеріальну базу. У 70–80-ті роки минулого сторіччя посівні площі під льоном-довгунцем становили щорічно 220–230 тис. га, виробництво волокна – 100–130 тис. тонн. Працювало понад 40 льонозаводів, два льонокомбінати загальною потужністю 100 млн квадратних метрів тканин технічного і побутового призначення.

За останні роки площі посіву і виробництво продукції льону-довгунця різко скоротились, а її якість погіршилась.

Основними і традиційними виробниками льону-довгунця для текстильної промисловості у Західній Європі є Бельгія, Франція та Голландія. На долю цих країн до 1993 року припадало 93 % посіву льону держав Європейської Співдружності, а це майже 60 тис. га.

Україна до 1992 року включно була також однією із світових лідерів виробництва льоноволокна. Так, у 1990–1992 рр. середньорічна площа посіву цієї цінної технічної культури становила 162,7 тис. га, валовий збір волокна та насіння – відповідно 106,5 і 46,5 тис. т, середня врожайність волокна досягла 6,5 ц/га, а насіння – 2,5 ц/га.

За останні п'ятнадцять років посівні площі під культурою у країнах СНД, у т.ч. і в Україні, різко скоротилися. У 2007 році посівна площа становила лише 11,4 тис. га за урожайності 3,3 ц/га. А світовий ринок льоноволокна залишився стабільним і, щоб перекрити недопоставки його з колишніх радянських республік (тільки Україна поставляла на Захід понад 10 тис. т волокна щорічно), саме країни Європи стрімко збільшували посівні площі і, відповідно, валові збори волокна (до 80 тис. тонн останніми роками). Основною причиною збільшення площі посіву льону в Європі є розширення його використання на технічні потреби. Так, Іспанія виробляє з льону високоякісну целюлозу, а з неї отримує папір для банкнотних та цінних паперів. Наприклад, у виробництві банкнот американських доларів використовується льон, а у нас, – навпаки, Малинська фабрика банкнотного паперу (Житомирська область) папір для вітчизняної гривні виготовляє з імпортованого із Середньої Азії бавовнику, який частково можна замінити льоном. Новим перспективним

напрямком використання льоноволокна, в якому активно працює Англія та Німеччина, є його застосування у виробництві композиційних матеріалів.

Аналіз статистичної звітності щодо розвитку галузі засвідчує, що дотації держави кожному господарству до 1990 р. становили 45 % витрат на льонарство. Заводи сплачували виробникам кошти за реалізовану продукцію у тижневий строк згідно з результатами оцінки сировини. Крім того, існувала система доплат у розмірі від 5 до 30 % основної продукції за реалізацію сировини по строках, що стимулювала зростання її якості.

Головною причиною обвального падіння виробництва льонопродукції стало поглиблення диспаритету цін і відсутність дотації держави. До 1990 року ціна за 1 т трести номерів 0,5; 1,0 і 1,5 становила, відповідно, 200, 460 і 650 крб, а вже у 1996 році вона зменшилась у декілька разів і становила відповідно 57, 144 і 183 грн і лише у 2005 році досягла 347, 524 та 666 грн за 1 тону. Таким чином, ціна реалізації на льонотресту в 6,0–6,5 разів нижча за ціну «застійних» часів.

Товаровиробники вимушені користуватися послугами суміжників на постачання мінеральних добрив, засобів захисту рослин, пально-мастильних матеріалів, сільськогосподарського машинобудування за цінами у 3–5 разів вищими від цін докризового періоду. Виробництво волокна льону-довгунця з 1990 року до 2006 року різко скоротилось. Наприклад, лише у Житомирській області у 1990 р. площа посіву становила 38882 га, а у 2007 році скоротилась до 3500 га, що становить лише 9 % до рівня 1990 року. Урожайність волокна льону-довгунця з 5,3 ц/га у 1990 році зменшилась до 3,6 ц/га у 2007 році, а валове його виробництво відповідно з 20739 до 1260 тонн. Лише у 2005 році спостерігалось деяке зростання урожайності волокна до рівня 1990 р., а валове виробництво зросло до 3377 тонн. В єдиному Ємільчинському районі Житомирської області площі посіву льону, після різкого скорочення у 2000 році, почали динамічно зростати і досягли у 2005 році 2258 га, що становить 62 % до рівня 1990 р., урожайність волокна відповідно зросла з 4,2 до 5,5 ц/га, а валове виробництво – 82 % до 1990 року.

Якість трести льону-довгунця за вимогами ДСТУ 4149:2003 [144] оцінюється сортономерами від 0,5 до 4,0. Середній сорто-

номер трести в умовах 2005 р. становив 0,64 з коливанням від 0,55 до 0,88. Абіотичні фактори 2005 року були несприятливими для росту і розвитку льону-довгунця, тобто період вегетації характеризувався як посушливий з низькими показниками гідротермічного коефіцієнта (ГТК). Проте розміщення льону на понижених ґрунтах із достатньою продуктивною вологою в Ємільчинському, Коростенському, Романівському, Червоноармійському районах забезпечило і у 2005 році отримання трести середнім сортономером 0,7–0,88.

Диспаритет цін на промислову продукцію і продукцію льонарства сприяв також різкому скороченню виробництва льону в Україні. Для господарств різної форми власності ця традиційно прибуткова галузь стала нерентабельною і неконкурентоспроможною.

У період з 1951 до 1984 рр. на Житомирщині побудовано льонокомбінат та одинадцять потужних льонозаводів із загальним річним об'ємом переробки льонотрести – 93000 тонн.

За останні п'ятнадцять років за відсутності сировини збанкрутіли: Баранівський, Овруцький, Олевський, Коростенський льонозаводи загальною потужністю річної переробки 36 тис. тонн трести. Обладнання їх демонтоване, котельні, автопарки розпродані, відновленню не підлягають. У стадії санації після банкрутства знаходяться: Радомишльський та Чоповицький льонозаводи загальною потужністю 15 тис. тонн трести. У 2007 році працювали лише Ємільчинський, Новоград-Волинський, Коростишівський льонозаводи та завод агрофірми “Брусилів”.

Слід зазначити, що в екстремальних умовах 2005 року в області вирощено і реалізовано 11046 тонн трести середнім номером 0,64, що дозволило льонозаводам отримати 12–15 % рентабельності, а чистий прибуток Ємільчинського льонозаводу становив 359, Новоград-Волинського – 270 тис. грн.

Затрати на виробництво трести льону-довгунця коливаються у межах 1800–2200 грн/га. За середньої врожайності трести – 2 тонни з гектара сортономером 0,64 вартість її становить 650 грн, сортономером 1,0, відповідно – 1048 грн, а сортономером 1,5 – близько 1350 грн, при цьому збитки товаровиробників коливались у межах 500–1550 грн.

На міжнародному ринку вартість волокна льону-довгунця залежно від якості становить 1200–1400 доларів США, що відповідає 6000–7000 грн за тонну. Враховуючи вирощування і переробку льонотрести на льонозаводах, затрати на волокно з урожайністю 6 ц з гектара коливаються у межах 2200–2500 грн. Прості розрахунки показують, що прибуток від реалізації 1 тонни волокна на зовнішньому ринку становить близько 3800–4500 грн, а при урожайності 4,5–9,0 ц/га можна отримати 1500–3000 грн чистого прибутку.

Відомо, що у результаті Чорнобильської катастрофи посівні площі льону в зоні добровільного гарантованого відселення та в зоні посиленого радіоекологічного контролю Житомирського Полісся зведені до мінімуму. Зазначена територія характеризується пониженим мікрорельєфом зі стабільно продуктивною вологою впродовж періоду вегетації льону, що забезпечує при запровадженні відповідних технологій отримання стабільно високих врожаїв екологічно безпечної продукції. Проте, є небезпека вторинного забруднення трести у період вилежування її на льонищі (чистій поверхні ґрунту без зеленого покриву). Проведені у Державному агроекологічному університеті дослідження щодо створення штучного зеленого покриву на льонищі шляхом сумісного посіву льону з рихлокущовими злаковими травами дають підстави стверджувати про можливість створення оптимальних умов своєчасного і рівномірного вилежування трести. Це, у свою чергу, підвищує її якість на 1–2 сортономері і забезпечує екологічно безпечні умови праці людей на льонозаводах.

З даних наших досліджень виходить, що мацерація соломи на льонищі без підсіву трав відбувається нерівномірно за товщиною стрічки, що призводить до отримання трести низької якості, середній сортономер якої становить 0,75. Сумісний посів з нещільнокущовими злаковими травами створює зелений покрив, на якому треста вилежується рівномірно, має однаковий колір, підвищується її якість на один-два сортономері (1,25–1,50). І, головне, у зоні добровільного гарантованого відселення із забрудненням 5–15 Кі/км² продукція переробки трести – волокно, костриця, а також наявні пиловидні домішки екологічно чисті і відповідають санітарно-гігієнічним вимогам України.

Актуальність теми. Враховуючи обмежені можливості надходження в Україну бавовни для потреб текстильної промисловості та значне зростання цін на волокно і насіння льону на зовнішньому і внутрішньому ринках, льонарство здатне перетворитися при застосуванні високоефективної у ринкових умовах технології вирощування культури у високоприбуткову галузь і джерело валютних надходжень.

Вилучення з обробітку малопродуктивних орних земель, різке скорочення площ під картоплею та кормовими культурами створює умови для відведення під льон-довгунець високородючих із сприятливою вологозабезпеченістю площ. З урахуванням нових чинників у землеробстві та зміні кон'юнктури ринку енергоносіїв, засобів удобрення, захисту рослин постала народногосподарська проблема, сутністю якої є наукове обґрунтування і розробка високоефективної за сучасних умов господарювання технології вирощування за рахунок оптимізації технологічних процесів обробітку ґрунту, удобрення й сівби, а також використання меліорованих земель із стабільним водним режимом на базі виявлених закономірностей продукційного процесу льону-довгунця.

У сучасних умовах розвитку сільськогосподарського виробництва першочергового значення набуло питання енерго- й ресурсозбереження, тому що енергоносії, добрива, засоби захисту рослин від бур'янів, хвороб і шкідників постійно зростають у ціні. У зв'язку із цим технологія вирощування сільськогосподарських культур, у тому числі і льону-довгунця, мусить бути спрямована на якнайповніше використання біокліматичних чинників, процесів формування врожаю з одночасним зменшенням витрат матеріальних ресурсів за рахунок оптимізації прийомів обробітку ґрунту, покращення його поживного і водного режимів, раціонального живлення рослин на основі вивчення періодичності їх росту й розвитку та характеру плину фізіологічних процесів залежно від вказаних прийомів.

До цього часу недостатньо вивчені особливості добової періодичності росту льону в онтогенезі, його ендо- і екзогенні фактори. Майже відсутні дослідження щодо закономірностей ходу ростових процесів саме у льону за часом при безперервній його реєстрації у природних і штучних умовах. Показники

добової періодичності росту й розвитку рослин льону, залежно від абіотичних і антропогенних факторів, визначалися переважно за допомогою ваги і лінійки, що у сучасних умовах організації наукових досліджень не узгоджується з методами подальшого їх використання.

Нині необхідне, принаймі, застосування методу ауксонографії, сучасних методик визначення площі листової поверхні та продуктивності фотосинтезу.

Таким чином, наукове обґрунтування і оптимізація агротехнічних прийомів вирощування льону-довгунця, спрямованих на відродження льонарства у Поліссі України, отримання високих і сталих врожаїв волокна і насіння за мінімальних затрат праці і матеріальних засобів у нинішніх умовах ведення льонарства спроможне перетворити галузь у високорентабельну і виробляти конкурентноспроможну продукцію для внутрішнього і зовнішнього ринків. Проте існують обмеження щодо ведення льонарства у радіоактивно забрудненій зоні. Значна частина Полісся забруднена ^{137}Cs , а тому можливе вторинне радіоактивне забруднення льонопродукції. Ці умови викликали необхідність розробки технології, яка дозволяла б отримати екологічно безпечну продукцію з високими показниками якості. Слід зазначити, що вичерпних даних про формування вторинного радіоактивного забруднення льонотрести, як результату впливу багатьох взаємопов'язаних факторів, на жаль, обмаль. Окрім того, недостатньо вивчено механізм цього явища при вилежуванні на стелищі з трав'яним покривом і обертанням стрічок.

Враховуючи вищезазначене, проведення досліджень щодо впливу способів виготовлення трести на радіоактивність льонопродукції та її якість є досить актуальним і викликає теоретичну та практичну зацікавленість.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема наукової роботи є складовою частиною науково-дослідних робіт державної науково-технічної програми “Луб'яні культури”, номер державної реєстрації 03.04.-М.В./03-96. “Визначити найбільш доцільне сполучення різних систем обробітку ґрунту, удобрення, гербіцидів та інших технологічних прийомів у польовій сівозміні, забезпечуючи відтворення родючості ґрунту, високі і стабільні урожаї сільськогосподарських культур в умовах

Полісся України”, номер державної реєстрації 0003558 від 1989 р. Згідно з етапом “Розробка технологій вирощування льону” НДР за тематикою “Розробка регіональної системи льонарства на основі створення і впровадження нових продуктивних сортів та малозатратної технології вирощування та збирання луб’яних культур” (2001–2005 рр., номер держреєстрації 0105U002014) та програмою “Сільськогосподарська радіологія” завдання 2.3 розділу СО-216 “Экспериментальное изучение и математическое моделирование процессов миграции радионуклидов в агроландшафтах” (1993–1995 рр.).

Мета та завдання досліджень. На основі визначення закономірностей добової періодичності росту і розвитку та фотосинтетичної діяльності льону-довгунця розробити агробіологічні основи високоефективної технології вирощування льону-довгунця.

Для вирішення цієї мети були поставлені такі завдання:

1. Вивчити закономірності добової періодичності росту і розвитку та фотосинтетичних процесів льону-довгунця залежно від абіотичних факторів і агротехнічних прийомів.

2. Встановити ефективність безполицевого основного обробітку автоморфного ґрунту під льон-довгунець.

3. Визначити ефективність глибокого рихлення гідроморфного осушеного ґрунту після його основного обробітку.

4. Виявити вплив передпосівного комбінованого обробітку ґрунту під льон-довгунець на біометричні показники, врожайність і якість льонопродукції.

5. Оптимізувати систему мінерального живлення льону-довгунця залежно від способів основного обробітку ґрунту та вологозабезпечення.

6. Встановити щільність фітоценозу льону-довгунця відповідно до вологості ґрунту та системи удобрення.

7. Вдосконалити технології росіяного мочіння льоносоломки, що дозволить зменшити вміст ^{137}Cs у льонотресті та в продукції її переробки із одночасним скороченням терміну вилежування й покращення технологічних показників якості.

8. Визначити питому активність льонопродукції за ^{137}Cs (соломи, трести, волокна), побічної продукції та відходів (коротке волокно, костриця, пилоподібні домішки) залежно від

створення зеленого покриву стелища за рахунок злакових трав та обертання льону у процесі вилежування.

9. Розробити високоефективну й економічно доцільну технологію виробництва льону-довгунця в умовах Полісся України.

Об'єкт досліджень. Процеси, що впливають на ріст і розвиток, мацерацію, урожайність і якість льонопродукції, що задовольняє санітарно-гігієнічні вимоги України.

Предмет досліджень. Добова періодичність росту, способи основного і передпосівного обробітку ґрунту, дози мінеральних добрив, норми висіву насіння, горизонтальна міграція ¹³⁷Cs при вітрової ерозії, треста та продукція її переробки.

Методи досліджень. Загальнонаукові методи: гіпотеза, абстрагування, спостереження, аналогія, узагальнення, конкретизація за якими формувались і використовувались методи досліджень, оцінювались їх наслідки. Спеціальні методи: польові – для встановлення різниць між варіантами, оцінки дії абіотичних й антропогенних факторів на добову періодичність росту; лабораторний – для визначення технологічних показників якості; агрохімічний – вивчення поживного режиму ґрунтів; органолептичний та вимірювально-ваговий – при фенологічних спостереженнях та визначенні продуктивності посівів; фізико-механічний – відповідно до вимог ДСТУ 4149:2003 “Треста льняная. Требования при заготовках” [100]; математико-статистичний – для встановлення достовірності отриманих результатів, економічної та енергетичної ефективності вирощування льону-довгунця при зміні параметрів різних агротехнічних прийомів його вирощування.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота виконана автором самостійно. Ним узагальнено дані вітчизняної та зарубіжної літератури, за темою дисертації розроблено робочі гіпотези, за якими сплановано дослідження та виконано аналітичні й фізіологічні дослідження, проаналізовано і узагальнено отримані результати, підготовлено висновки й рекомендації виробництву, щодо ведення льонарства в умовах радіоактивного забруднення.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації заслухані і схвалені на засіданні секції луб'яних культур ВАСГНІЛ (Київ, 1981–1987 рр.), їх оприлюднено і обговорено на Всеукраїнській науково-практичній конференції: “Творче, практичне і критичне мислення” (Житомир, 1997 р.); міжнародній науково-практичній конференції: “Проблеми виробництва екологічно чистої сільськогосподарської продукції на межі 3-го тисячоліття” (Житомир, 2000 р.). Матеріали демонструвались на Виставці досягнень народного господарства Української РСР (Київ, 1982 р.), а також на міжнародних і регіональних науково-практичних конференціях: “Проблемы сельскохозяйственной радиэкологии – десять лет спустя аварии на Чернобыльской АЭС” (Житомир, ДААУ, 12–14 червня 1996 р.), “Сучасні досягнення і перспективи розвитку галузі зберігання та переробки продукції рослинництва” (Київ, НАУ, 1–3 червня 2005 р.), “Стан і перспективи переробної галузі АПК” (Мелітополь, Таврійська ДАТА, 6–18 червня 2005 р.), “Біотехнології в сільському господарстві” (Житомир, ДАУ, 25 жовтня 2005 р.), “Агроекологія та якість продукції рослинництва” (Київ, НАУ, 14 березня 2006 р.); наукових конференціях професорсько-викладацького складу Державного агроекологічного університету, м. Житомир, 2003–2006 рр.

Публікації. Основні результати досліджень автора за метою дисертації викладено в 2-х одноосібних монографіях, 3-х підручниках, 3-х посібниках затверджених Міністерством освіти і науки України, 2-х патентах та в 38-и інших публікаціях, в тому числі у 29-и статтях опублікованих в наукових фахових виданнях. Загальний об'єм публікацій за темою наукової роботи складає 79,1 умовних друкованих аркушів.

Основний зміст роботи

РОЗДІЛ 1 ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

У роботі використана методологія системності, яка передбачала постановку робочої гіпотези, отримання кількісних показників у результаті проведення біологічних, фізіологічних і польових досліджень у різних ланках загального рослинництва до узагальнення їх у сукупності та взаємодії. У полі зору постійно знаходилась агроecosистема в цілому як природно-виробнича будова на всіх рівнях технологічного процесу з головним її компонентом – сільськогосподарською культурою льоном-довгунцем [81, 316, 369, 371].

Глибокий аналіз розглянутих літературних джерел свідчить, що найбільша кількість публікацій присвячена, в основному, вивченню впливу агротехнічних і агрохімічних факторів на зміну продуктивності льону-довгунця. Поряд з цим закономірності росту як основного інтегрального показника продуктивності, а також фізіологічні процеси утворення органічної речовини розглянуто недостатньо і, на наш погляд, ці питання потребують додаткових досліджень із використанням сучасних методів визначень, екологічних факторів та нових умов ведення сільськогосподарського виробництва.

Програма досліджень охоплювала широке коло питань, а саме:

- вивчення добової періодичності росту і процесів фотосинтезу в залежності від припливу ФАР, температури і вологості повітря, з'ясування питань фотоперіодизму;
- вплив різних способів обробітку автоморфних і глибокого рихлення меліорованих ґрунтів на їх фізико-механічний, водний і тепловий режим;
- установа доз внесення мінеральних добрив при різних способах розпушування ґрунту;
- удосконалення передпосівного обробітку ґрунту із застосуванням комбінованих агрегатів.

Програмою наших досліджень передбачалося вивчити, теоретично обґрунтувати та удосконалити агротехнічні прийоми

з метою розробки ресурсозберігаючої технології вирощування льону-довгунця.

При урахуванні вищесказаного стає очевидним, що розробка графіків ходу ростових процесів за часом дозволяє мати інформацію про їх прояв у конкретних умовах. Ці дані складають основу для практичного рослинництва, а розроблені технологічні прийоми повинні знайти застосування у теорії і практиці програмування врожаю льону.

Дослідження проводилися на кафедрах рослинництва, технології зберігання та переробки продукції рослинництва, сертифікованих лабораторіях НДІ Регіональних екологічних проблем Державного агроекологічного університету (м. Житомир) та Ємільчинському льонозаводі впродовж 1981–2005 років. Польові досліді закладали на дослідному полі (с. Велика Горбаша Черняхівського району Житомирської області), а виробничі на меліорованих ґрунтах учгоспу «Україна» та у господарствах Коростенського та Народицького районів Житомирської області й обмежувались рівнем радіоактивного забруднення ґрунту, за якого дозволено ведення сільськогосподарського виробництва.

Досліді проводили відповідно до «Методичних вказівок ВНДІЛ 1978 р.», а технологічну оцінку льонотрести, волокна – згідно з «Методичними вказівками щодо проведення технологічної оцінки первинної обробки льону». Виробничу перевірку і впровадження здійснювали в сільськогосподарських підприємствах Житомирської і Волинської областей.

Вивчення способів основного обробітку і глибокого рихлення перезволоженої ґрунти, строків і доз внесення мінеральних добрив проводили у стаціонарних і тимчасових дослідях.

Дослід 1: «Вивчення основного обробітку ґрунту та строків внесення добрив» було розгорнуто у 1981–1985 рр. на дерново-середньопідзолистому оглеєно-супіщаному ґрунті. Вміст гумусу в орному шарі становить 1,1–1,2%, $pH_{\text{сол}}$ – 5,6, гідролітична кислотність – 2,4, сума ввібраних основ – 2,55 мг.-екв на 100 г ґрунту, рухомі форми фосфору і обмінного калію -відповідно 5,4 і 3,0 мг/100 г ґрунту.

Схема досліду з основного обробітку ґрунту і строків внесення мінеральних добрив:

1. Полицевий обробіток ґрунту на глибину 20–22 см (О 20–22, контроль).
2. Дискування на глибину 10–12 см (Д 10-12).
3. Плоскорізний обробіток на глибину 20–22 см (П 20–22).

Вивчення способів обробітку і строків внесення мінеральних добрив проводилось на фоні внесення $N_{30}P_{90}K_{120}$: 1. – РК восени під оранку; 2. – РК восени, після оранки; 3. – РК восени на безполицевому обробітку; 4. – РК навесні на варіантах полицевого і безполицевого обробітків; 5. – 1/2 РК восени + 1/2 РК навесні на фоні полицевого і безполицевого обробітків. Азотні добрива на всіх варіантах досліду вносили у передпосівний обробіток ґрунту. Чергування культур у сівозміні було наступним: конюшина, озима пшениця, льон-довгунець, картопля, кукурудза на зерно, ярі зернові з підсівом конюшини. Повторність досліду чотирикратна. Розмір посівної ділянки $14 \times 14 = 196 \text{ м}^2$, облікової $10 \times 10 = 100 \text{ м}^2$.

Дослід 2: «Вивчення глибокого рихлення перезволожених ґрунтів» проводився впродовж 1986-1990 рр. на дерново-глейовому суглинковому, осушеному гончарним дренажем ґрунті. На період закладання досліду орний шар характеризувався такими показниками: вміст фізичної глини – 26,7 %, гумусу – 1,6 %, $pH_{\text{сол.}}$ – 5,7, гідролітична кислотність -1,37 мг.-екв на 100 г ґрунту, сума ввібраних основ – 6,29 мг.-екв на 100 г ґрунту, рухомі форми фосфору і обмінного калію відповідно 14,3 і 11,9 мг на 100 г ґрунту. Дослід закладено на фоні внесення $N_{30}P_{90}K_{120}$.

Схема досліду:

1. Оранка на 20–22 см (О 20–22, контроль); 2. Контроль + рихлення на 30–40 см (К+ Р 30–40); 3. Контроль + рихлення на 60–70 см (К+Р 60–70); 4. Контроль + рихлення з кротуванням на 30–40 см (К+РК 30–40);

Повторність досліду чотирикратна. Площа посівної ділянки $40 \times 12 = 480 \text{ м}^2$, облікової $36 \times 8 = 288 \text{ м}^2$.

Стаціонарний дослід 3: «Вивчення безполицевого основного обробітку ґрунту та норм внесення мінеральних добрив»

закладено у 1990 році на сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті. Вміст гумусу в орному шарі становить 1,15%, $pH_{\text{сол.}}$ – 6,4, гідролітична кислотність – 4,4, сума вбірних основ – 4,4 мг.-екв на 100 г ґрунту, рухомі форми фосфору і обмінного калію – відповідно 2,9 і 6,6 мг на 100 г ґрунту.

Схема досліду:

1. Оранка на 20–22 см (О 20–22, контроль); 2. Дискування на 10–12 см (Д 10–12);

3. Плоскорізний обробіток на 20–22 см (П 20–22).

Схема чергування культур у сівозміні наступна: конюшина, конюшина, озима пшениця, льон-довгунець, кукурудза на силос, озиме жито, картопля, ячмінь + конюшина. Вивчалися чотири системи удобрення: органо-мінеральна з повними нормами НРК (насичення 1 га сівозмінної площі органічними добривами – 11,2 т, мінеральними – 188 кг д.р.); органо-мінеральна з половинними нормами НРК (насичення органічними добривами 18,8 т/га); органо-мінеральна з половинними нормами азоту (насичення органічними добривами – 23,4 т/га); органічна система (насичення органічними добривами 27,5 т/га).

Вивчення технології обробітку ґрунту під льон-довгунець здійснювалось на фоні чотирьох доз внесення мінеральних добрив: 1 – рекомендована (повна) норма – $N_{30}P_{90}K_{120}$; 2 – половинна – $N_{15}P_{45}K_{60}$; 3 – половинна доза – N_{15} ; 4 – без добрив (контроль). РК вносили восени у поверхневий шар ґрунту, азотні навесні під передпосівний обробіток ґрунту.

Повторність у досліді трикратна, розмір посівної ділянки $14 \times 14 = 196 \text{ м}^2$, облікової $10 \times 10 = 100 \text{ м}^2$.

Дослід 4: «Вивчення способів передпосівного обробітку ґрунту» проводився впродовж 1981–1985 років на дерново-середньопідзолистих ґрунтах, характеристика яких подана вище. В досліді передбачалось вивчити і теоретично обґрунтувати передпосівний обробіток із застосуванням удосконаленого нами комплексного агрегату, який складається із вирівнювача ВПН-5,6 і кільчасто-шпорових котків ЗККШ-6М.

Схема досліду:

1. Ранньовесняна культивация з боронуванням + передпосівна культивация з боронуванням + вирівнювання

брусом-вирівнювачем + ущільненням ґрунту (агрегатом у складі: КПС-4 зі стрілочастими лапами і середніми боронами ЗБЗСС-1,0; брус-вирівнювача; котка – ЗККШ-6М);

2. Ранньовесняна культивуація з боронуванням + передпосівний обробіток комплексним агрегатом (склад сільськогосподарських машин: КПС-4 зі стрілочастими лапами і середніми боронами ЗБЗСС-1,0; РВК – 3,6);

3. Розпушування дисковими знаряддями + передпосівний обробіток ґрунту комплексним агрегатом (склад сільськогосподарських машин: БДТ-10, РВК-3,6).

4. Розпушування дисковими знаряддями + передпосівний обробіток удосконаленим комплексним агрегатом (склад сільськогосподарських машин: БДТ-10; ВПН-5,6 + ЗККШ-6М).

Повторність у досліді трикратна, розмір посівної ділянки $15 \times 15 = 225$ м, облікової $10 \times 10 = 100$ м.

Дослід 5: «Вивчення щільності фітоценозу льону-довгунця залежно від вологості ґрунту». Досліди проводилися у 1988–1990 роках в межах вивчення норм посіву 20–25–30 млн. шт. схожих насінин на 1 га при регулюванні вологості ґрунту 60,70,80,90 % НВ. Загальна площа посівної ділянки 0,24 га, захисна смуга 3 м.п. Повторність у досліді чотирикратна. Необхідний рівень вологості ґрунту підтримувався за допомогою мобільного краплинно-зрошувального приладу з параметрами опадів, що були близькими до природних. Інтенсивність опадів – в інтервалі від 0,4 до 0,8 мм за хвилину за висоти падіння 1,5 м.

Дослід 6: «Визначення впливу способів росяного мочіння льоносолами на урожай, якість і питому цезієву активність льонотрести та продукції її переробки», проводився впродовж 2003–2005 рр.

Схема досліді:

1. Вилежування соломи на льонищі без трав'яного покриву і обертання стрічок (контроль).

2. Вилежування соломи на льонищі без трав'яного покриву з обертанням стрічок.

3. Вилежування соломи на льонищі з пажитниці багаторічної без обертання стрічок.

4. Вилежування соломи на льонищі з пажитниці багаторічної з обертанням стрічок.

5. Вилежування соломи на льонищі з костриці лучної без обертання стрічок.

6. Вилежування соломи на льонищі з костриці лучної з обертанням стрічок Дослідження сумісних посівів льону-довгунця і нещільнокущових злакових трав проводились у польових дослідах на ґрунтах за щільності радіоактивного забруднення в межах 184-195 кБк/м², в умовах зони гарантованого добровільного відселення Коростенського району Житомирської області.

Статистичну обробку даних, облік урожайності льонопродукції проводили за методикою Б. О. Доспехова (1979). Аналітичні роботи з визначення фізико-механічних показників ґрунту виконані згідно з методичними розробками ряду авторів (В. Ф. Бойко, І. К. Цитович, 1959; А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагіна, 1986). Загальні агрохімічні аналізи ґрунту: гумус – за Тюрніним, рН -потенціометрично, рухомий алюміній – за Соколовим, гідролітична кислотність – за Каппеном-Гільковичем, вбирні кальцій і магній – трилометрично, азот легкогідролізованих сполук – за Корнфілдом, азот нітратів – за Гриндваль-Ляже, рухомі форми фосфору та калію – за Кірсановим. Водно-фізичні властивості ґрунтів нами визначались за «Методичними вказівками НДІ сільськогосподарського використання меліорованих ґрунтів» (1984). Гранулометричний склад – пипетуванням з підготовкою ґрунту за Качинським; щільність твердої фази – піктинометричним методом, щільність – ґрунтовим буром, об'єм якого 100 см, водопроникність – за Качинським із застосуванням приладу М. Й. Долгілевича.

Добова періодичність росту реєструвалась польовим ауксанографом. Визначення площі листкової поверхні проводили за допомогою сконструйованого нами електрично-оптичного приладу (Пат. 84096). Чисту продуктивність фотосинтезу розраховували за методикою А. А. Ничипоровича. Суму цукрів та інтенсивність фотосинтезу визначили за методом Х. Н. Починка.

Технологічні показники якості трести визначали згідно ДСТУ 4149:2003, волокна за ДСТУ 4015-2001. Переробку трести, оцінку виходу та якості волокна проводили безпосередньо на Смільчинському льонозаводі. Отримане волокно випробовували на міцність, гнучкість та тонину згідно прийнятої методики. За цими трьома показниками розраховували прядивну придатність

волокна. Чесання довгого волокна та визначення його фізико-механічних властивостей проводили згідно з «Методикою технологічної оцінки якості льонопродукції» (1978), дотримуючись принципів, наведених у вказівках «Виробництво льоноволокна та його використання» (2002).

Питому активність ^{137}Cs визначали методом спектрометрії на приладі АК1.

В Українському Поліссі короткотермінові весняно-літні посухи в квітні, травні та червні – явища надто часті. В кінці травня і в червні, у період швидкого росту льону, коли формується врожай волокна, температура повітря може підніматися до 35°C і вище, а відносна вологість його знижуватись до 30%. За нестачі в ґрунті запасів вологи на посіви льону одночасно діють повітряна і ґрунтова посухи, які зумовлюють «підпалення льону».

За нашими розрахунками гідротермічного коефіцієнта до років з достатньою вологістю вегетаційного періоду слід віднести 1991–1994 рр.; помірною – 1981, 1984, 1985, 1990, 1998 рр.; підвищеною – 1982, 1988, 1989, 1997 рр.; недостатньою – 1983, 1986, 1987, 1995 і 1996. За цим показником в червні місяці 1983 року посушливими були 1-ша і 3-тя декади; у 1986 – 1-ша і 2-га; у 1987 – 3-тя, у 1995–1996 роках лише 1-ша декада. ГТК 1983 і 1986 роках за дві декади активного росту, становив відповідно – 0,40 і 0,74, що характеризується як дуже посушливий і посушливий.

За показниками ГТК вегетаційний період 2003 року характеризується як посушливий. Ріст і розвиток льону в умовах 2004 року відбувався за достатньо сприятливих абіотичних факторів, ГТК становив – 1,6. Слід зауважити, погодні умови 2005 року були наближені до оптимальних для росту і розвитку льону-довгунця, значення ГТК коливалися в межах 1,7–1,9.

За 25 років проведених досліджень частота повторення посушливих років становить 1:5 з надмірними опадами – 1:4. Нестабільність по рокам вологозабезпеченості вимагає пошуку наукового обґрунтування робочих гіпотез і шляхів їх реалізації для забезпечення системи заходів, що попереджують різке зниження продуктивності льону як від посухи, так і від переволоження.

1.1. Метеорологічні умови

Агрокліматичні ресурси Полісся України є оптимальними для вирощування льону-довгунця. Клімат зони – помірно-континентальний, формується під впливом повітряних мас, що надходять з Атлантики. За багаторічними даними найтеплішими місяцями є липень та серпень, найхолоднішими – січень та лютий. Вегетаційний період досить тривалий і складає 230 днів. Середня тривалість безморозного періоду – 150 днів.

Середня річна норма опадів на даній території становить 568–573 мм. У більшості років сума опадів перевищує кількість вологи, що випаровується. Це свідчить про їх позитивний баланс [123].

Умови зволоження у період вегетації льону-довгунця у травні–червні за фазами росту і розвитку: сходи, “ялинка”, період швидкого росту, бутонізації і цвітіння – характеризуються рисунками 1.1; 1.2 і 1.3.

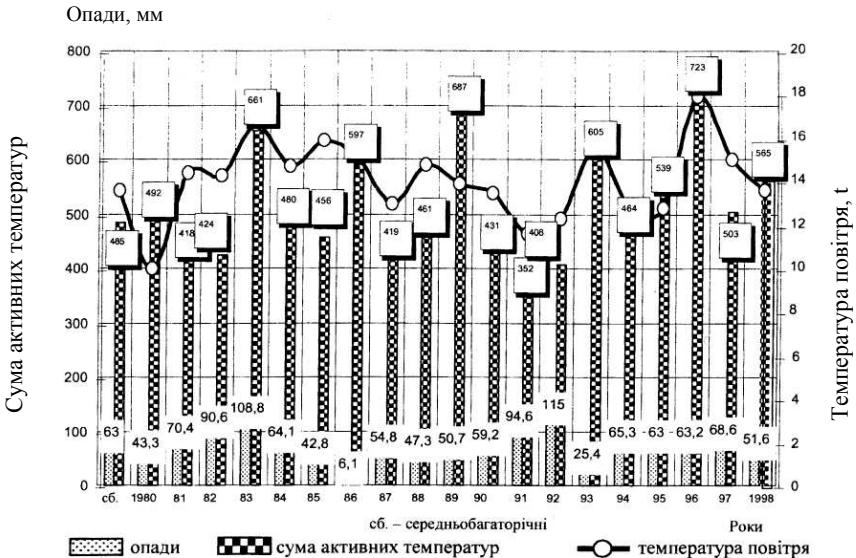


Рис. 1.1. Метеорологічні умови у період сходи – “ялинка”

За кількістю опадів початок повних сходів та фаза “ялинки,” які проходять у травні (рис.1.1), різко відхилялись від середньо-багаторічних даних. Так, кількість опадів у цей період у 1980, 1985, 1988, 1989 і 1993 роках була на 12–15 мм менша за норму, що затримувало появу сходів, дружність проростання та інтенсивність росту і розвитку. Особливо критичними за 18 років були 1986 і 1983 рр., коли опадів випало на 58–40 мм менше за норму, весна цих років була посушлива. Температура повітря і сума активних температур у травні 1983, 1986, 1989, 1993 і 1996 роках була багато вищою за норму і саме у 1986 і 1993 рр. вона співпала з недостатньою кількістю опадів, тому цей період ми відзначаємо як посушливий. Підвищена кількість опадів і температура повітря, сума активних температур у 1983, 1996 і 1997 рр. сприяли росту і розвитку льону на початкових фазах. П'ятнадцять років з дев'ятнадцяти характеризуються оптимальними умовами, які близькі до середньобагаторічних з незначними відхиленнями від норми. За теплозабезпеченістю весняного періоду роки 1981, 1982, 1987, 1990, 1991, 1992 слід відносити до прохолодних; 1983, 1986, 1989, 1993, 1996 – до теплих, решту – до середньобагаторічних показників.

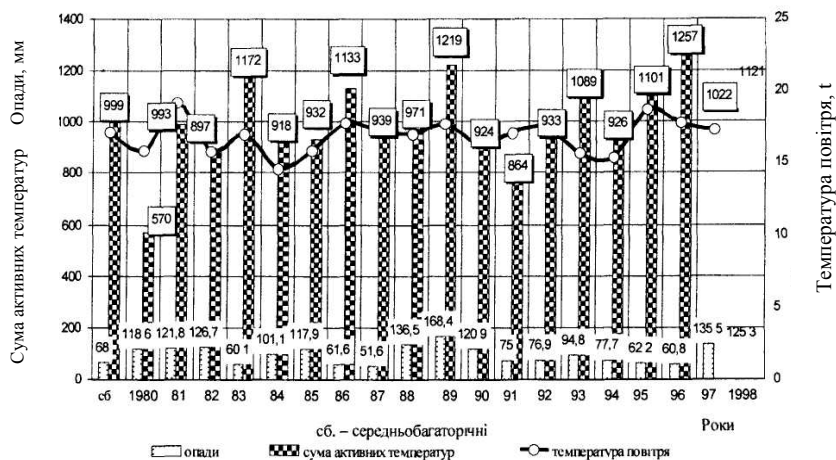


Рис. 1.2. Метеорологічні умови у період швидкого росту–бутонізації

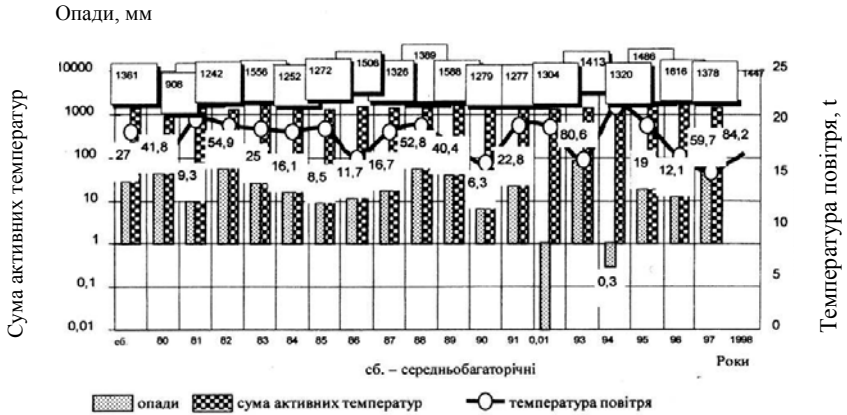


Рис. 1.3. Метеорологічні умови у період цвітіння–зелена стиглість

На рисунку 1.2 показані погодні умови у період швидкого росту–бутонізації та початку цвітіння, які припадають на червень місяць, і саме за цей невеликий проміжок часу спостерігається максимальний приріст льону у висоту. Вологозабезпеченість льону різко коливається за роками. Так, у 1980, 1981, 1982, 1984, 1985, 1988, 1989, 1990, 1993, 1997 і 1998 роках кількість опадів, які випали за червень місяць, була на 25–100 мм більша за норму, і тому ці одинадцять років із дев'ятнадцяти можна віднести до перезволожених, особливо 1982, 1985, 1988, 1989, 1997 та 1998 роки.

У роки, червень місяць яких можна віднести до достатньо зволужених, кількість опадів відповідає середньорічним даним – це 1991, 1992, 1994, 1995. І лише у 1983, 1986, 1987 і 1996 роках кількість опадів була меншою на 8–20 мм, і особливо недостатня кількість вологи відчутно вплинула на ріст і розвиток льону у 1987 році.

Теплозабезпеченими слід вважати 1983, 1989, 1991, 1992, 1995, 1996, 1997 роки, середньомісячна температура яких знаходилась у межах норми. До посушливих ми відносимо лише 1981 рік, коли температура повітря була на 2,2 °C вища за норму. 1980, 1982, 1984, 1990, 1993 і 1994 – роки з температурою нижчою за середньобогаторічний показник, проте лише у 1984 році температура повітря була нижчою 15 °C, що і стримувало ріст льону у висоту.

Сума активних температур за всі роки досліджень у червні місяці коливалась у межах норми, і лише у 1982 і 1991 роках була меншою на 100–130 °С.

Виходячи із наведеного аналізу, можна стверджувати, що лише 1986 рік за кількістю опадів у період вегетації не відповідав біологічним особливостям льону-довгунця за вологозабезпеченістю, окрім цього, температурний градієнт і сума активних температур супроводжувались підвищеними показниками, тому 1986 рік, єдиний із дев'ятнадцяти, можна вважати несприятливим для росту і розвитку.

Середньомісячні коливання основних елементів погодних умов від середньобагаторічних показників вимагають проведення глибоких досліджень добової періодичності росту в залежності від екологічних факторів, і, очевидно, льон-довгунець – це культура, яка більш пристосована до навколишнього середовища, ніж про неї пишуть у різних літературних джерелах.

Погодні умови у роки вивчення способів мацерації соломи на льонищі за рахунок сумісного посіву льону і злакових трав та створення трав'яного покриву для отримання трести, яка відповідає санітарно-гігієнічним вимогам України показано на рис. 1.4–1.6.

Найбільш сприятливим для вирощування льону-довгунця за показниками гідротермічного коефіцієнта виявився 2004 рік.

З рис. 1.4 видно, що за показниками ГТК період сходів – “ялинка” (травень) посушливий, тому добовий ріст льону-довгунця затримувався. На початку періоду швидкого росту і фази бутонізації середній показник ГТК за червень місяць становив 0,4, що характеризує його як надто посушливий, тому лінійна швидкість росту була повільнішою, ніж оптимальна. Лише у липні абіотичні фактори сприяли швидкості росту льону-довгунця, тому що показник ГТК становив 1,4. Цей період за вологозабезпеченістю і температурою відповідав біологічним потребам росту і розвитку льону-довгунця.

Виходячи із показників забезпеченості тепловолото-ресурсами в умовах 2004 року, слід відмітити, що на початку росту і розвитку, і особливо у фазі сходів (перша декада травня), значення показника ГТК характеризувалися як перезволожені. В цілому розвиток льону в умовах 2004 року відбувався за достатньо сприятливих абіотичних факторів (див. рис. 1.5).

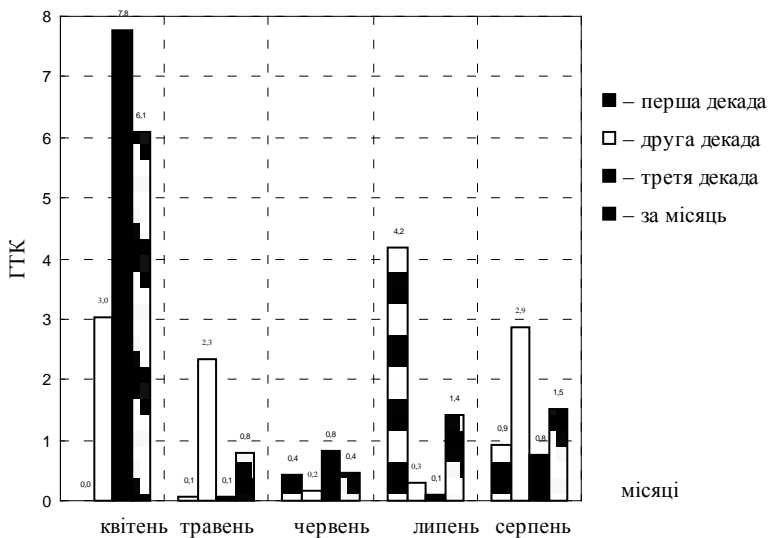


Рис. 1.4. Гідротермічні коефіцієнти в умовах 2003 року

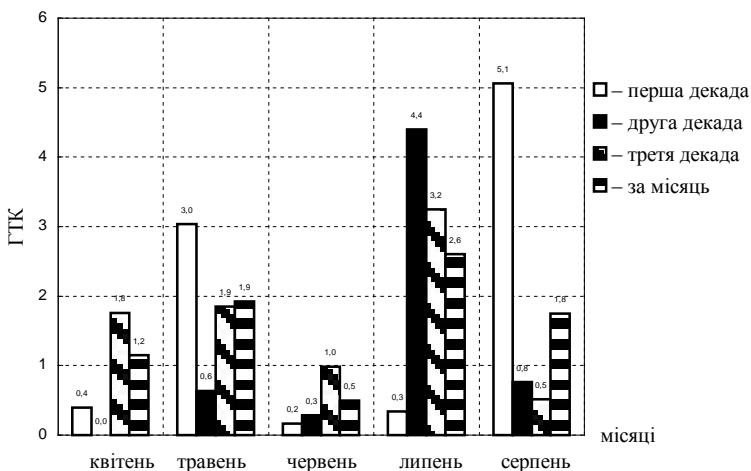


Рис. 1.5. Гідротермічні коефіцієнти в умовах 2004 року

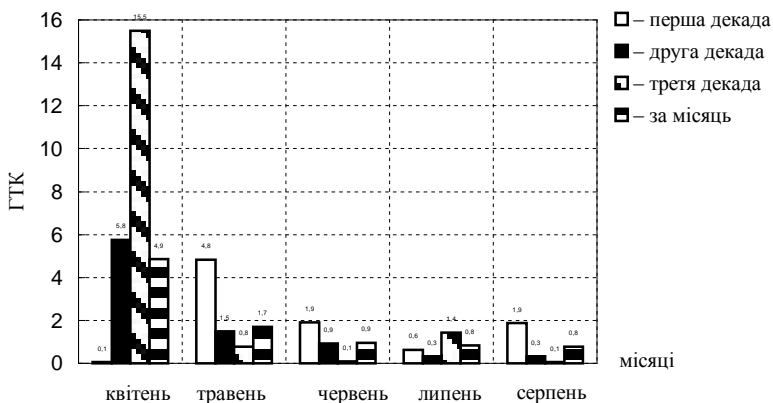


Рис. 1.6. Гідротермічні коефіцієнти в умовах 2005 року

Слід зауважити, що погодні умови 2005 року (див. рис. 1.6) були наближені до оптимальних для росту і розвитку льонувовгунця, а саме – значення ГТК коливалися в межах 1,7–0,9.

Вилежування трести у серпні місяці за роки проведення досліджень, і особливо у 2003 та 2004 роках, відбувалося при оптимальному показнику ГТК, який дорівнював 1,5, проте умови мацерації трести у 2005 році були посушливі, що затримувало період вилежування, ГТК становив – 0,5.

1.2. Метод ауксанографії

Засновник вчення про ріст рослин німецький вчений J.Sachs [404] розумів під процесом росту збільшення об'єму рослин, що обумовлене зміною їх форми. У цьому визначенні росту враховується лише зовнішня ознака його прояву – об'єм і не зачіпається внутрішній бік цього процесу.

Л. Юст [168] категорично відкидав думку про ріст, як про просте збільшення клітин і органів, оскільки зміна об'єму може бути викликана не лише ростовим, а й тургорними та іншими процесами. Він вважав, що для росту характерні довгі, незворотні процеси збільшення маси чи об'єму рослин і їх органів.

Враховуючи досягнення молекулярної біології, запропоновано розглядати “рост как процесс создания из неупорядоченной системы малых молекул, полученных организмом в процессе дыхания, сложных, высокоупорядоченных макромолекул, биополемеров и построения весьма совершенных сверхмолекулярных структур” [168]. Це визначення у великій мірі відображає сучасне положення про молекулярні основи росту і орієнтує дослідників на подальший активний пошук цитобіохімічних і цитофізіологічних механізмів, які обумовлюють ділення та ріст клітин і клітинних структур.

Активний науковий пошук у цьому напрямку дозволив Д.А. Сабініну [290–292] зробити висновок про те, що ріст – це процес новоутворення елементів структури організму, у поняття яких він вкладав широкий зміст – це і органи, і клітини, і частини клітин, і субмікроскопічні компоненти протоплазматичних структур до макромолекул включно. Цим визначенням, яке стало майже загальноприйнятим у біології, була нанесена остаточна поразка застарілим поглядам про ріст як виключно про процес незворотнього збільшення маси і об’єму рослин та їх органів.

Визначення росту за Сабініним дає пояснення багаточисленним і широковідомим факторам так званого відкритого росту, коли не спостерігається збільшення маси і розмірів у рослин, але йде диференціація і накопичення новоутворених елементів їх структури. “Известно, например, – пишет Д.А. Сабинин, – что в период напряженно протекающих процессов формирования генеративных органов у злаков установлена не только временная приостановка прироста сухого вещества, но даже и убыль. Очевидно, было бы нелепо отрицать наличие роста в период, когда не происходит увеличение веса организма, но идет легкообнаруживаемое образование генеративных органов. Нетрудно понять, что в данном случае происходит только изменения в характере роста” [292].

У практичному розумінні росту, як процесу збільшення розмірів і маси рослин ніколи не втрачало і не втратить значення, тому що урожай і хід його накопичення визначаються в кінцевому показнику масштабами лінійних, об’ємних і вагових показників. Тому не можна погодитися з думкою Д.А. Сабініна [291], що трактовка росту як процесу суто кількісних явищ є формальною статичною трактовкою і не має цінності для практики.

Бачення росту рослин як процесу накопичення їх маси є у виробничому відношенні цілком правомірним. У зв'язку з цим можна було погодитися із формулюванням А. Демолона [109], в якому він характеризує ріст як процес збільшення маси і висоти рослин. У цьому визначенні мова йде не про всі розміри рослин, а лише про їх висоту і масу. Слід вважати, що А. Демолон застосував таке формулювання поняття росту не в агрономічному, а у фізіологічному і загально-біологічному розумінні, але у теоретичному плані воно, зрозуміло, не витримує ніякої критики.

Найбільш загальним і характерним для всіх визначень росту є повне відображення у формулюваннях “сабінінського” поняття росту як процесу новоутворення елементів структур організму. Одночасно у цих визначеннях знайшли своє відображення деякі особливості підходу кожного дослідника до вивчення окремих питань росту рослин і регулювання цього процесу, а також сучасне уявлення про генетичну, молекулярну і фізіолого-біохімічну основу природи.

У сучасних визначеннях росту в біології виникають також труднощі у зв'язку зі спробою чітко розподілити в часі й у просторі три основних процеси онтогенезу рослин: ріст, розвиток і формоутворення. Поняття “вегетативний ріст”, “вегетативний розвиток”, “генеративний ріст” і “генеративний розвиток” та деякі інші не покращують загальну ситуацію вирішення цієї важливої проблеми. Робити будь-які зауваження до існуючих термінів і понять було б передчасним і необґрунтованим. До тих пір, поки не будуть повністю розкриті механізми, які лежать в основі кожного із процесів і не будуть знайдені всі точки і форми їх взаємного перетинання і взаємодії, будуть зберігатися труднощі у розмежуванні і точному визначенні кожної із цих різних точок зору з приводу одного і того ж явища. На ці труднощі звертав увагу ще Д.А. Сабінін. У зв'язку з цим необхідно навести чудові слова А. Леопольда із передмови до російського видання книги “Рост и развитие растений” про те, що “наука представляет собой совокупность несовершенных, приближенных обобщений, выведенных с помощью тех методов, какими она располагает” [210].

С.О. Гребінський [102] відмічає, що у сучасній науковій літературі спостерігається тенденція відмови від стислих визначень росту. Ми схильні розглядати таке положення лише тимчасовим. Воно є наслідком виключно складного процесу росту і недостатнього розвитку біологічної науки на даному етапі. Безумовно, що вирішальну роль у формуванні узагальнюючого визначення росту будуть мати відкриття у майбутньому генетичної та фізіолого-біохімічної детермінанти його прояву.

Разом з тим, необхідно відмітити, що вивчення росту на рівні цілісного організму не лише не втратило свого значення, а має велику перспективу у збагаченні науки і практики майбутнього. Тут можна погодитися із думкою К.М. Ситніка [313] про те, що "только выяснение внутренней биохимической сущности процессов, обуславливающих явление роста, позволит отказаться от примитивных взглядов на рост" і що "здесь, как в любых других областях физиологии и биологии растений, более важными являются показания физиолого-биохимических процессов". Таке протиріччя різних методів і підходів до вивчення проблеми росту рослин не сприяє всебічному його вивченню. Можливо, думас В.С. Шевелуха [354], що саме недостатня увага дослідників до вивчення загальних закономірностей росту рослин на рівні цілого організму і є причиною того, що у жодному визначенні росту, які є в літературі, не врахована така його властивість, як участь у розподілі і перерозподілі асимілянтів і продуктів метаболізму по тканинах і органах рослин, що визначають у кінцевому результаті їх структуру господарсько-цінних частин урожаю.

У сучасній фітофізіології проблема росту рослин займає одне з центральних місць. Пояснюється це тим, що ріст як інтегральний процес є одним з головних у реалізації спадкової програми організмів, забезпечує його морфогенез, онтогенетичний розвиток і фітогенетичний зв'язок поколінь.

Виключно актуальне значення ця проблема має і у практиці рослинництва, бо ще відсутні прийоми регулювання продуктивності рослин і врожайності посівів, які б у кінцевому результаті не змінювали інтенсивності цілеспрямованості, масштабності і локалізації ростових процесів.

У такому двоєдиному підході до проблеми росту рослин чітко проявляється органічний зв'язок її теоретичного і практичного значення, а також велика приваблива сила для багатьох дослідників впродовж всієї історії розвитку фізіологічної науки і землеробської практики. Проте при аналізі проблеми сучасного стану росту рослин в цілому нескладно помітити, що в її розвитку давно намітилася звичайна диспропорція.

Практична цінність регулювання ростових ритмів і коливань у сучасних умовах набула важливого значення у зв'язку з широкими можливостями оптимізації умов вирощування сільсько-господарських культур за рахунок внесення достатньої кількості мінеральних добрив, застосування зрошення, а також у зв'язку з впровадженням у практику землеробства програмування врожаю.

З різних причин, головною з яких є відсутність надійних приладів і методів вивчення, на даний час недостатньо розроблений розділ про ріст як функцію часу з урахуванням мікротимчасових параметрів.

В науці майже відсутні дані про закономірності ростових процесів у рослин, і особливо у льону-довгунця, за часом при безперервній їх реєстрації у природних і штучних умовах. А між тим, точні знання цих характеристик є вкрай необхідними для подальшого розвитку вчення про екологію і онтогенез рослин з метою розшифрування механізму регуляції і саморегуляції основних процесів їх життєдіяльності, а також для розробки теоретичних основ і практичних прийомів управління ростом рослин і формуванням врожаю.

У результаті проведених досліджень на культурі льону-довгунця був виявлений і доведений періодичний характер добового ходу багатьох фізіологічних процесів, вивчені умови їх спадковості у часі та причини незлагодженості в інтенсивності і спрямованості. Були установлені оптимальні умови для кожного процесу, вивчені закономірності перехідного їх стану при взаємодії різких коливань або екстремальних значень напруженості окремих факторів середовища. Все це дозволило виявити додаткові регуляторні механізми рослинного організму і намітити шляхи до вирішення однієї з центральних проблем

теоретичної біології – проблеми саморегуляції біологічних систем.

На превеликий жаль, ріст як показник фізіологічного стану рослин у цьому плані майже не використовується і не вивчається, а щодо культури льону-довгунця були лише окремі спроби його визначення.

Більше того, вивчення зовнішнього росту все ще базується лише на застосуванні звичайних засобів – ваги та лінійки, які не дозволяють мати безперервну і повну інформацію про кількісні і якісні зміни його за одиницю часу. В той же час ріст як процес відображає загальний підсумок всіх функціональних і метаболічних змін у рослинах, що найбільш щільно корелюються з процесом накопичення ними фітомаси і повинен використовуватися в якості універсального індикатора при оцінці фізіологічного стану рослин, а також при організації агрономічного контролю за посівами і ходом накопичення ними врожаю. У практиці рослинництва використання показників росту льону-довгунця при його безперервній реєстрації також є багатообіцяючим, так як це дозволяє досить швидко виявити всі випадки відхилення темпів росту від норми і своєчасно застосувати необхідні міри для усунення впливу несприятливих умов довкілля.

Для вивчення росту рослин в цілому, а стосовно льону-довгунця безпосередньо, необхідно застосовувати такі методи, які б забезпечували отримання безперервної інформації, хоча б про один із основних його показників. Таким вимогам відповідають методи ауксанометрії і ауксанографії, запропонованої Ю. Саксом в кінці минулого століття (ауксанометр від грецького *auxano* – “росту” і *metreo* – “міряю”).

У 1870 році I. Sachs сконструював перший автоматичний прилад для запису погодинних приростів рослин у висоту в лабораторних умовах, який він назвав ауксанометром. Незважаючи на те що ауксанометр показує лише погодинні прирости рослин у висоту, це не зменшує великої заслуги Ю. Сакса, який дав фізіологам новий на той час метод вивчення росту рослин і сконструював для цієї мети ауксанометри, ауксанографи та інші прилади.

У 20–30-х роках були запропоновані магнітні, дзеркальні, торсіонні та інші ауксанометри і ауксанографи. Проте всі вони

були придатні для роботи у лабораторних умовах. В останні роки проводилися роботи з вивчення характеру росту в залежності від ефективності різних агроприймів, застосованих у овочівництві і рослинництві. На відміну від закордонних авторів пошуки вітчизняних конструкторів і винахідників спрямовані на розробку не лише лабораторних, а й польових моделей таких приладів.

За допомогою механічного ростометра вперше був вивчений добовий хід росту коренеплодів буряків у польових умовах при різних погодних умовах і виявлені випадки простоїв у ході росту цієї культури. Бульбовий ростограф для картоплі запропонував А.Т. Мокроносів [238]. За допомогою цього приладу впродовж 1952–1954 рр. він вивчив добовий ріст бульб картоплі у польових умовах. Ростограф А.Т. Мокроносова дозволяв реєструвати зміни бульб різних розмірів.

Попов Н.Н. [261] також використав у своїх дослідах з вивчення добового ходу росту кукурудзи у польових умовах метеоприлад – термограф. В.Я. Астаф'єв і М.А. Голіков [21] сконструювали прилад для реєстрації швидкості росту рослин у товщину.

П.А. Дегтярьов і Е.І. Ермаков [108] запропонували новий метод автоматичної реєстрації росту рослин з використанням реостатного мікродатчика, включеного у схему змінного електричного струму.

С.М. Пумпянска і Т.М. Радамисьська [272] сконструювали прилад для безперервної реєстрації товщини стебла у процесі росту, в основу якого був покладений фотоелектричний прилад.

Б.Х. Гуревич, і А.А. Іоффе [107] є авторами приладу для дослідження ростових і ритмічних процесів у рослин, де був застосований безконтактний датчик ЕДС Холла.

О.В. Іванов [161, 162] сконструював мікродатчик інтеркалярного росту рослин за принципом індуктивного перетворення з розімкнутим магнітним ланцюгом.

Головна увага була приділена вивченню лінійних показників росту із врахуванням того, що між динамікою лінійних і вагових показників росту є високий ступінь кореляції [313; 386].

В.С. Шевелуха [348, 350, 351, 353, 355] сконструював шість типів ауксанографів для реєстрації росту надземних і підземних органів рослин. За допомогою цих приладів В.С. Шевелуха [349, 353, 362]; В.С. Шевелуха, В.М. Ковальов [356–358]; В.С. Шевелуха, Л.А. Маханько [346, 347, 361]; В.С. Шевелуха, Т.А. Шевелуха [359, 360] впродовж 1965–1976 років вивчали в умовах Білорусії добову періодичність росту озимої і ярої пшениці, жита, ярого ячменю, кукурудзи, сорго, картоплі, багаторічних злакових і бобових трав, льону-довгунця, цукрових і кормових буряків, брукви, моркви, соняшнику, салату, жовтого люпину та деяких інших культур.

Авторами були виявлені загальні закономірності і особливості періодичних змін у рості сільськогосподарських рослин, визначені комплекси екзо- і ендегенних факторів, які безпосередньо впливають на ріст, намічені шляхи управління періодичністю і ритмічністю росту сільськогосподарських рослин з метою підвищення їх урожайності.

У 80-х роках розроблено і сконструйовано ряд нових пристроїв для постійної реєстрації росту рослин А.А. Ген [18], І.І. Жунчисту [19], І.Д. Бухтияров [27], В.А. Скребець [22], В.М. Інюшин [20, 24]; Б.В. Габель [17], А.Ф. Алейніков [23].

Проте в агроекологічних умовах Полісся України на різних за гранулометричним складом ґрунтах ріст льону при постійній його автоматичній реєстрації у часі не вивчався. Відсутність спеціальних приладів, здатних незалежно від абіотичних факторів отримувати фактичне відображення графічного запису періодичності росту, обмежує отримання необхідної інформації про динаміку продукційного процесу.

В агроекологічних умовах Українського Полісся ми впродовж 18 років досконало вивчили добову періодичність росту льону-довгунця, його фотоперіодизм, залежно від екологічних, екзо- і ендегенних факторів, а також основних агротехнічних прийомів. Такий всебічний підхід дав змогу теоретично обґрунтувати, розробити і перевірити у виробництві енергоресурсозберігаючу технологію, яка забезпечує отримання стабільного врожаю високої якості.

1.3. Удосконалення ауксанографа та його застосування

Незважаючи на наявність ауксанометрів, ауксанографів і ростомірів різних систем, виникла необхідність продовжувати роботу з конструювання польових ауксанографів для вивчення добової періодичності і ритмічності льону-довгунця. Це викликано, по-перше, тим, що в Україні відсутнє серійне їх виробництво, а по-друге, не було можливості всі вищезгадані прилади порівняти між собою у польових умовах, оцінити їх та вибрати найбільш вдалий для своїх досліджень. Третьою причиною є те, що всі прилади для автоматичної реєстрації росту рослин, а особливо ті з них, при конструюванні яких використовується електричне і електронне обладнання, пристосовані для роботи лише у лабораторіях та закритих приміщеннях і абсолютно не придатні для постановки експериментів у польових умовах.

Окрім того, прилади, які мають реостатні, індуктивні, ємкісні, фотоелектричні та інші датчики, здатні реєструвати ріст лише окремих, невеликих часток рослин і не здатні фіксувати сумарний лінійний ріст усієї рослини.

Конструкція приладів Швелухи В.С. забезпечує реєстрацію швидкості росту таких культур, у яких стебло має достатньо міцну механічну тканину і майже не залежне від впливу повітряних потоків. При реєстрації росту льону-довгунця, стебло якого має товщину 1–2 мм утворюється нечітка крива запису на стрічці самопису. До того ж ця модель ауксанографа дещо складна у конструкції.

Тому необхідно було розробити і удосконалити прості, дешеві, доступні прилади, виробництво яких можна налагодити у будь-якому місці і у необхідній кількості.

Прилад для льону-довгунця повинен відповідати таким вимогам:

1. Мати високий ступінь графічного відображення показників росту.
2. Не спотворювати істинних показників росту під впливом добових коливань екологічних факторів навколишнього середовища.
3. Бути простими у конструкції і надійними у роботі в польових умовах.

Ауксанограф для реєстрації росту льону-довгунця у польових умовах

Модель приладу складається з металевго штоку висотою 1500 мм і діаметром 30 мм. Шток прикріплений до сталевий підставки площею 300×300 і товщиною 3–4 мм, в нижній частині якого є шипи довжиною 80–100 мм, якими прилад закріплюється у ґрунт. По штоку переміщується невеличкий столик площею 400×400 мм, товщиною 3 мм, виготовлений з дюралі, на якому розташовані необхідні прилади.

Висота розміщення столика з приладами залежить від довжини стебла льону-довгунця, і на цьому рівні він фіксується стопорним гвинтиком. Основою приладу є двоважільний пристрій рис. 1.7.

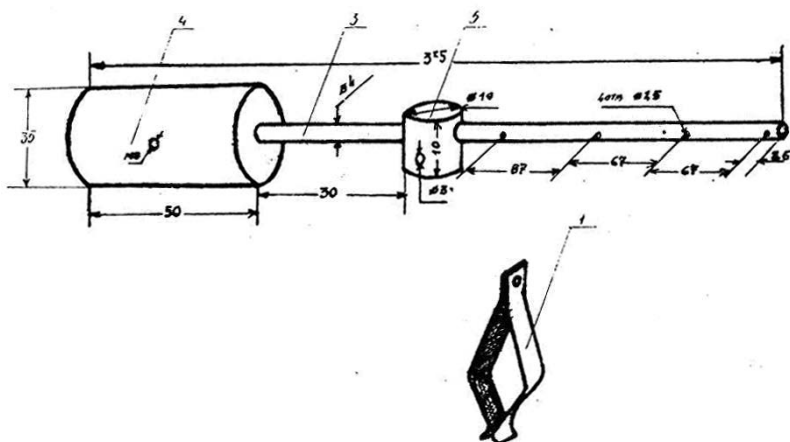


Рис. 1. 7. Двоважільний пристрій до польового ауксанографа

Він складається з металевго стрижня (3) довжиною 355 мм, діаметром 4 мм. На цьому стрижні на віддалі 85 мм розташований вузол з'єднання металевго стрижня з опорною віссю (5) висотою 10 мм, діаметром 10 мм. Він має два отвори: один діаметром 4 мм – для кріплення стрижня, другий – діаметром 3 мм – зміщений відносно першого, у нього вставляється опірня вісь. На короткій частині стрижня розміщується важіль (4) довжиною 50 мм і поперечним січенням 35 мм, по центру якого

нарізаний отвір з різьбою М-3. На другій, довшій, частині стержня через рівні відстані – 67 мм – зроблені чотири отвори діаметром 1,5 мм. Двоважільний пристрій за допомогою опірної осі, на шліцах якої закріплений самописець (6), шарнірно, на голчатих підшипниках встановлюється на корпус (8) рис.1.8.

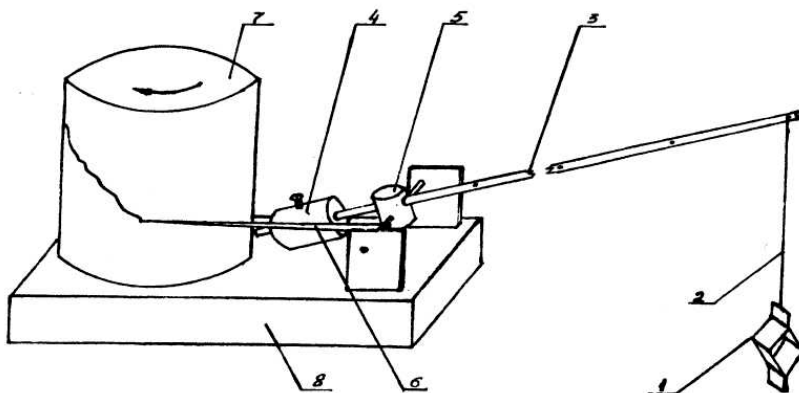


Рис. 1.8. Польовий механічний ауксанограф для реєстрації росту льону-довгунця

Датчик (2) з еластичним зажимом (1) приєднується до необхідної частини рослини, а другий його кінець – до передаючої частини металевго стержня (3). Стрічкопротяжний годинниковий механізм з барабаном [7] встановлений на підставку (8). В якості датчика використовувалася сталева струна і капронова нитка. Коефіцієнт розтягнутості капронової нитки практично дорівнює нулю.

Запис росту рослини у висоту здійснюється таким чином: переміщення противаги (4) по стержню важеля регулюється необхідним натягуванням тросика (2); послаблення тросика, яке постійно утворюється за рахунок росту рослини, вирівнюється противагою (4) з одночасним обертанням металевго вузла з'єднання (5) на осі з самописцем (6); на обертаючому стрічкопротяжному годинниковому барабані (7) з паперовою стрічкою, градуйованою через 1 мм, утворюється запис; у залежності від швидкості росту графічне відображення запису на стрічці

барабана регулюється закріпленням тросика у відповідний отвір, перший відповідає запису на стрічці у два рази більше фактичного приросту, наступний – як 1:1,5; 1:1; 1:0,5.

Описаний ауксанограф використовувався у дослідях впродовж вісімнадцяти років (1981–1998) на дослідному полі Державного агроекологічного університету України при вивченні загальних закономірностей добової періодичності росту льону-довгунця в залежності від екологічних факторів зовнішнього середовища та основних агротехнічних прийомів енергоресурсозберігаючої технології, що забезпечує отримання програмованого врожаю.

Ще ауксанограф нашої конструкції використовувався у польових дослідях на Волинській державній сільськогосподарській дослідній станції в селекційних посівах Інституту сільського господарства Полісся УААН та на лабораторно-практичних заняттях для студентів агрономічного факультету зі спеціалізації “Льонарство”.

Узагальнення великої кількості ауксанографічного матеріалу дозволило вперше встановити закономірності і особливості періодичних і ритмічних змін у рості льону-довгунця. Визначені всі можливі екзо- і ендогенні фактори, які впливають на ріст, розроблені основні технологічні прийоми управління швидкістю росту з метою отримання високого і якісного врожаю льонопродукції.

1.4. Коливальні процеси у біологічних системах

Ріст рослин – це коливальний процес. Спадкові особливості, вікові і фізіобіолого-біохімічні зміни рослин, а також сезонні і добові коливання напруженості основних факторів зовнішнього середовища (температура, вологість, освітлення, рівень ґрунтового і повітряного живлення та ін.) викликають у них майже безперервні і дуже значні зміни в інтенсивності та локалізації ростових процесів.

За останній час значно виросла увага дослідників до вивчення основних закономірностей коливальних процесів у біологічних і хімічних системах. Це пояснюється інтенсивним розвитком нового наукового напрямку – біоніки, а також потребою у більш активній розробці проблем регуляції і саморегуляції

біологічних та інших процесів. Проте росту рослин, і особливо льону-довгунця, як коливальному процесу у досліджах біологів певної уваги не приділяється.

З 1953 по 1980 роки над питанням вивчення періодичності і ритмічності фізіологічних процесів у рослин працювало багато вчених: А.Т. Мокроносов [238]; І.І. Гунар, Е.Е. Крастіна, М.В. Моторіна [105, 106]; П.С. Беліков, М.В. Моторіна [49, 48]; Е. Бюн-нінг [66,67]; П.С. Беліков, М.В. Моторіна, Е.В. Куркова [50]; Е.Е. Крастіна [193, 194]; І.К. Кіршин [181, 182]; П.С. Беліков, М.В. Моторіна, Р.І. Невська [51]; П.С. Беліков; Г. Асахов [47]; В. Карманов [171]; В.С. Швелуха [354].

У роботах цих авторів переконливо доведені загальні явища періодичності і ритмічності фізіологічних процесів у рослин за часом. Зроблені деякі узагальнення про регуляторні механізми і системи, що лежать в основі ритмічності процесів та намічені загальні контури і шляхи подальших пошуків. Розроблена методологія і попередня класифікація явищ, пов'язаних з періодичністю і ритмічністю процесів життєдіяльності рослин.

У теорії нелінійних коливань у біологічних системах коливальні процеси поділяють на дві основні групи: автономні та неавтономні. Під автономними коливаннями розуміють такі, закономірний хід яких виражається диференціальним рівнянням, в якому показник часу t відсутній. Вимушені коливання викликаються дією на процес або систему непостійного, залежного від часу джерела енергії. З урахуванням характеру дії коливання поділяють на:

- 1) вільні;
- 2) примусові;
- 3) параметричні;
- 4) автоколивання.

Вільні (або власні) коливання у системі представлені самі собі після того, як їм був наданий імпульс енергії. Вимушені коливання виникають у системі і підтримуються в ній дією зовнішньої періодично мінливої системи.

При параметричних коливаннях відбуваються зміни деякого параметра системи [293].

І автоколивання, і примусові коливання фізіологічних процесів можуть виникати під впливом внутрішніх (ендогенних) причин і зовнішніх (екзогенних) факторів.

Головним критерієм ендогенності ритму за Е. Бюннінгом [66, 67] і Ю. Ашоффом [35] є його збереженість, хоча б протягом деякого часу в константних умовах середовища. При цьому довжина періоду і тимчасові положення фаз на кривій не повинні бути постійними. Вони можуть мати значні відхилення будь-якого знаку (\pm). Довжина періоду ендогенних ритмів не співпадає з періодом коливань зовнішніх факторів середовища, в той час як для дії екзогенних ритмів ці умови є строго обов'язковими.

Як і будь-який коливальний процес ріст характеризується такими показниками, як довжина хвилі L , період T , частота V і амплітуда коливань. В залежності від ходу цих показників в часі ріст може бути періодичним, якщо його період T є постійним за часом, і аперіодичним, якщо цей показник є мінливим.

Колівання можуть бути затухаючими і незатухаючими, в залежності від притоку енергії. Затухаючі автоколивання можливі лише при постійному, безперервному або імпульсивному енергопостачанні системи.

Колівальні процеси за формою хвилі можуть бути різними. Найпростіші з них є гармонійні, або синусоїдальні, коливання, величина яких описана рівнянням В.С. Шевелуха, [362]:

$$X = X_0 \sin(\omega t + \alpha), \quad (1)$$

де: X – величина зміщення;

t – час;

X_0 – амплітуда коливання; ω – частота;

α – початкова фаза;

$[\omega t + \alpha]$ – фаза.

Для затухаючого гармонійного (синусоїдального) коливання формула набуває такого вигляду:

$$X = e^{-\alpha t} \sin \omega t, \quad (2)$$

де: α – логарифмічний декремент затухання;

t – час;

ω – частота.

Криві добової періодичності росту деяких видів рослин мають форму близьку до синусоїдальної, що дозволяє використовувати згадані вище рівняння для характеристики росту цих рослин. Періодичні коливання фізіологічних та інших процесів можуть мати також форму: імпульсної, або прямокутної

кривої, якщо зміна фаз за часом проходить різко, під прямим кутом; релаксаційної кривої – при повільному її підйомі і різкому падінні (чи навпаки); кутової хвилі – зміна фаз проходить під кутом; комбінованої імпульсно-синусоїдальної, імпульсно-релаксаційної кривих та інших. Ці або близькі до них форми кривих також характеризують добовий хід росту окремих видів рослин і використані для його характеристики В.С. Шевелуха [354].

Е. Бюннінг [66, 67] в залежності від довжини періоду виділив такі типи ритмів фізіологічних процесів: 1) з довжиною періоду в декілька років; 2) річні; 3) з довжиною періоду в декілька місяців чи тижнів; 4) добові (або навколodobові) – циркадні; 5) приливні; 6) з коротким періодом.

Е.Е. Крастина [194] запропонувала виділити у групі ритмів з коротким періодом окремо ритми з періодом в декілька годин і ритми з періодом біля години і менше (пульсації). Стосовно рослинного світу В.С. Шевелуха запропонував ввести поняття про фазну онтогенетичну (вікову) періодичність і ритмічність фізіологічних процесів.

Один і той же процес може мати одночасно ритми з різною довжиною періоду – фазні, добові і годинні пульсації. Це в повній мірі стосується процесів росту рослини. Про пульсуючий ріст рослин повідомляли Б.Х. Гуревич, А.А. Йоффе [107]. Під впливом різних факторів може відбуватися зміна одного виду ритмів іншим, підсилення або затухання коливань, перехід з більш низького стаціонарного рівня інтенсивності процесів на більш високий, і навпаки, коливання, які не відразу досягають стаціонарного рівня, а наближаються до нього асимптотично, через проміжний режим, що має назву перехідного стану. Зареєстровані у наших дослідженнях коливання також є перехідними [131, 393].

Перераховані основні особливості коливальних процесів, форми кривих не охоплюють всього різноманіття тимчасового ходу фізіологічних процесів, в тому числі і процесів росту рослини. Проте вони дозволяють глибоко розібратися у всьому їх різноманітті, привести його у повну систему і виділити типові криві, які характеризують особливості коливання росту льону-довгунця за фазами росту і розвитку в залежності від абіотичних і антропогенних факторів.

1.5. Фотосинтетична діяльність посівів і методи визначення площі листової поверхні

Вивчення фотосинтезу набуло великих масштабів. Цією проблемою займаються спеціалісти суміжних галузей: фізики, фізико-хіміки, хіміки-органіки. Проводяться зовнішні і біологічні дослідження, пропонуються нові ідеї і більш досконалі методи спектроскопії, електронної мікроскопії, диференціальне центрифугування і ін. Досягнення цих досліджень незаперечні.

Сучасні уявлення про поглинання і перетворення сонячної енергії у процесі фотосинтезу рослин, шляхи перетворення молекул вуглекислоти і води у первинні продукти асиміляції тонкої структури хлоропластів та її зв'язків з фотосинтетичною активністю, і в цілому розуміння проблеми фотосинтезу значно відрізняється від уявлень фізіологів недалекого минулого.

У центрі уваги знаходяться спроби моделювання процесу фотосинтезу з використанням фотосинтезуючих пігментів рослин або цілих ізольованих хлоропластів. Слід відмітити те, що можливість здійснення фотосинтезу хлоропластами поза листком інтуїтивно визнавалася фізіологами рослин ще у минулому віці. Вони відмічали, що суттєвою обставиною є те, як довго можуть зберігати здатність до фотосинтезу хлоропласти, позбавлені звичайного для них протоплазменого середовища.

Середовищем функціонуючого хлоропласту є перш за все протоплазма, яка постійно змінює свій фізико-хімічний і біохімічний стан. Клітини з хлоропластами у наземних рослин зосереджені у спеціалізованих органах – листках. Останні мають дуже велике морфологічне різноманіття, яке висвітлене переважно з екологічної точки зору і недостатньо – з фізіологічної. Характерно, що при значному морфологічному різноманітті існує великий відсоток загального в анатомічній будові листків різних рослин, ще більший ступінь загальності тонкої структури, їх хлоропластів і майже повна ідентичність хімічної природи пігментів, що відповідають за процес фотосинтезу.

Таким чином, біологічні структури, здійснюючи фото- й біохімічні процеси фотосинтезу, функціонують в дуже різних за морфологією і у значній мірі за анатомією органах, що забезпечують надійність і тривалість роботи цих структур.

Досягнення у вивченні фото- і біохімії фотосинтезу, будови хлоропластів і пошуки дрібних структурних одиниць, здатних виконувати елементарний акт фотосинтезу, помітно відвернули увагу фізіологів від вивчення листка в цілому і особливо його фізіології.

Поряд з вивченням закономірностей росту, його періодичності і ритмічності, залежно від екологічних факторів виникла об'єктивна необхідність виявити причини походження біоритмів у льону-довгунця і, в першу чергу, знайти взаємозв'язок росту із фотосинтезом та іншими фізіологічними процесами, розкрити фізіолого-біохімічні механізми регуляції і саморегуляції росту і розвитку.

Фотосинтез є головним фактором формування біля 90 % ваги сухої речовини. Засвоєння елементів мінерального живлення, вага яких складає 5–10 % сухої біомаси урожаю, можливе тільки при наявності фотосинтезу. Фотосинтез і мінеральне живлення – взаємопов'язані процеси, які складають в цілому єдину систему живлення рослин. Разом з тим мінеральне живлення рослин – це та частина їх життєдіяльності, яку ми можемо регулювати і безпосередньо через яку найбільш легко та ефективно впливати на хід формування і величину врожаю. Проте суттєвість позитивного впливу мінерального живлення полягає у збільшенні фотосинтетичної продукції рослин.

Взагалі все рослинництво орієнтоване на систему найкращого використання фотосинтетичної функції рослин.

У своїх роботах А.А. Ничипорович, Л.Е. Строгонова, С.Н. Чмо-ра, М.П. Власова [333] показали, що кожен квадратний метр листової поверхні засвоює у нормальному посіві за день 12–25 г CO_2 і витрачає на дихання біля 6–12 г, таким чином формує 5–6–12 г речовини сухої маси врожаю.

Проте показники продуктивності фотосинтезу рослин не постійні і залежать від умов вирощування культури. Забезпечення високої продуктивності фотосинтезу рослин у боротьбі за підвищення врожаю є одним з важливих завдань. Фабрикою асиміляції продуктів фотосинтезу є зелена поверхня і в першу чергу – площа листової поверхні.

Якщо продуктивність фотосинтезу листків у посіві складає, наприклад, 5–6 г на 1 м² за добу, то при площі у 40–50 тис. м²/га добовий приріст ваги сухої маси врожаю може становити 40–50 тис. м²×6г = 240–300 кг/га, що і спостерігається в добрих

посівах. У посівах, де площа листової поверхні досягає 40–50 тис. м²/га, можна отримати 30–50 ц/га зернових, 550–650 ц/га бульб картоплі і коренеплодів буряків, 600–700 ц/га зеленої маси кукурудзи. Разом з цим, надлишковий розвиток площі листової поверхні може бути негативним явищем, яке різко погіршує фотосинтез, оскільки при цьому погіршуються умови освітлення листків, особливо нижнього ярусу, вони відмирають, стебла витягуються вгору, спостерігається вилягання рослин і погіршується їх якість.

Взагалі можна сказати, що в посівах зернових культур, а також корених бульбоплодів приблизно на 50–60-й день після сходів листові поверхні повинні досягати 40–50 тис. м²/га, деякий час зберігатися на цьому рівні, при наявності активної фотосинтетичної роботи, а потім зменшуватися за рахунок повільного відмирання листків і руху у них пластичних речовин у запасні і репродуктивні органи.

Облік росту площі листків, визначення “фотосинтетичної потужності” посівів і рослин за весь вегетаційний період або за його частину, визначення динаміки врожаю, чистої та господарської продуктивності фотосинтезу можуть бути корисними для широкого застосування у дослідницькій, практичній і селекційній роботі.

Дослідження в цьому напрямку знайдуть поширення, якщо будуть удосконалені і доступні методи обліку площі листової поверхні.

Щодо вивчення листової поверхні, більш глибоко вивчалися ті види культур, листок яких має таку будову, яка підлягає найпростішим методам їх вивчення. Це переважно листки парно-і непарно-пирчасті, ланцетні, трійчасті, яйцевидної форми та інші, проте листки дрібно-розсічені, з невеликою площею листової поверхні, – культури родини селерових, льонових та інших – були розглянуті поверхнево або зовсім забуті в зв’язку зі складністю методики їх вивчення.

Л.В. Жабенюк, А.Г. Тен [151] описують такі методи вивчення площі листової поверхні :

1. Планіметричний.
2. Метод підрахунку крапок.
3. Метод прямокутника.

4. Ваговий метод:

- а) метод зважування паперових копіювань;
- б) метод зважування висічок.

5. Метод фотопланіметрів.

6. Фотоконтактний метод.

Метод отримання контурів листків та їх планіметрування. Це трудомісткий метод. Контур листка можна отримати, наклеївши листок на білий або міліметровий папір і обвівши його олівцем. Листок накладають на світлочутливий папір, витримують декілька хвилин (1–2) на сонячному промінні до зміни кольору паперу на незакритих листком ділянках, а потім у затінку обмальовують контур листка олівцем.

Контур листка можна отримати за допомогою ролика, подібного до ролика для накатки фотовідбитків, який зроблено з м'якої губчастої гуми. На поверхню ролика наносять нейтральний барвник і наочують його по листку, розміщеного на аркуші паперу.

Площа листка визначається за контуром кількома способами:

1. Якщо контур отриманий на міліметровому папері, то підраховують кількість квадратних сантиметрів, що знаходяться у контурі.

2. Якщо папір однаковий за товщиною і вагою, то, знаючи вагу 1 дм^2 , можна визначити площу листків, вирізаючи та зважуючи їх відбитки.

Існує більш швидкий спосіб із застосуванням планіметру для визначення площі зрізаних листків під склом. Для того, щоб планіметр не ковзав по склу, його обклеюють папером для креслення з віконцем для листка. Листки повинні бути зволожені.

Зрозуміло, що цей метод трудомісткий і майже не придатний для багатьох типів листків, особливо невеликих розмірів, якими є листки льону-довгунця. У результаті визначення цим методом листової поверхні льону-довгунця виникають похибки до 14 %.

Фотометричний метод найбільш продуктивний щодо відокремлених листків. Принцип дії фотопланіметрів різних конструкцій полягає в тому, що через скляне віконце в будь-яку камеру попадає потік світла, який враховується фотоелементом. Якщо на шляху світлового потоку розмістити непрозорий предмет, то електрострум, який виникнув у фотоелементі, буде меншої сили.

При цьому зменшення сили світлового потоку пропорціональне площі непрозорого предмета.

Якщо вимірюється площа зеленого листка, то на фотопланіметрах з селеновими фотоелементами необхідно розміщати на вхідному отворі тубусу фотоелемент синього світлофільтра, який поглинає всю частку спектра з довжиною хвилі коротшою 450 нм. Працювати в цій ділянці вигідно тим, що зелений листок більш повно поглинає синю ділянку спектра з довжиною хвилі від 450 нм. і коротше.

Градування фотопланіметрів здійснюється шляхом накладання на скло квадратів або кругів різної площини з щільного чорного паперу. На основі фотометрування складається градуйована крива, за якою і визначається площа листків. Необхідно відмітити, що прилад Гаврилова не досить досконалий і дає дещо різні показники в залежності від місця розташування листка від центра робочої поверхні кола.

Вакуумний метод визначення площі листків. Металевий барабан з'єднаний через трубку з повітряною помпою, що діє від електродвигуна і відкачує з барабана повітря. На кришці барабана розміщені 2 отвори розміром 25,5 x 7,5 см в металевих прямокутних рамках. Обидві рамки покриті металевими (дюраль) підфарбованими пластинками з отворами діаметром 0,05 см (у кількості 625 отворів на 6,45см²). Перед початком роботи пускають вакуумну помпу при відкритій вимірюючій пластинці та закритій рухомій накладці каліброваної пластинки. Коли встановлюється рівновага між силою всмоктування повітря помпою і пропусканням повітря відкритою вимірюючою пластинкою, у барабані виникає відомий за даних умов вакуум, який реєструється флюоетром. Після цього на вимірюючу пластинку накладають листки. Струмом повітря листки притягуються до пластинки, закривають частину її отворів, у зв'язку з чим вакуум у барабані збільшується, що і відмічається флюоетром.

Після цього пересування рамки відкривається частина отворів калібровочної пластинки так, щоб відновити вакуум, який установився до накладання листків на вимірюючу пластинку.

Рамка має градуйовану шкалу. За її показниками визначають площу листків, які закривають частину отворів на вимірюючій пластинці, що компенсує рамка, яка відкриває відповідну кіль-

кість отворів на ній. Зрозуміло, що прилад має працювати лише при стійкій роботі помпи і малоприсадибний для визначення площі поверхні розсічених листків з малою поверхнею, таких як у льону-довгунця.

Відомий метод каліброваної решітки. На плексигласову пластинку наносять сітку з клітинами 1 см^2 , потім в середині виділяють квадрати з установленою площею зі сторонами 3–5–7 см. Таким чином, майданчики квадратів відповідно дорівнюють 9,49 см. Під пластинку підводиться листок, площа його складається з квадрата, який ввійшов в листок, і підрахунків окремих квадратних сантиметрів поза квадратом, що закритий листком.

Визначення площі листової поверхні за параметрами листка. У тому випадку, якщо листки мають форму близьку до будь-якої правильної геометричної фігури, наприклад, прямокутник, еліпс, трапеція, коло, трикутник, можна визначити площу листків, вимірюючи їх параметри.

Для цього необхідно вписати листок у відповідну фігуру так, щоб основні параметри листка і геометричної фігури були близькими. За вимірною шириною і довжиною площа дорівнюватиме $S = a \times b$. Проте, якщо листок, вписаний в якусь фігуру, займає не всю площу, то фактична площа листка S_1 , визначена планіметром, буде меншою за S . Відповідно, щоб на основі добутку ab отримати фактичну площу листка, необхідно показник $[ab]$ помножити на поправочний коефіцієнт – $K_э = S_1/S$. Тоді фактична площа листка буде дорівнювати – $S_1 = a \times b K_э$. Якщо величина $K_э$ отримана на основі замірів й планіметрування багатьох листків, то поправочний коефіцієнт можна рахувати середнім і ним можна користуватися при визначенні площі листків, які відповідають одній з геометричних фігур. Наприклад, поправочний коефіцієнт для листків злакових культур становить у середньому 0,65.

Разом з цим необхідно відзначити, що при роботі з рослинами, у яких листки мають складну форму, таке визначення трудомістке, а для деяких культур, наприклад, льону-довгунця – непридатне.

Метод типових листків слід застосувати на рослинах, які мають складну форму листової пластинки й різні за розміром, наприклад, картопля.

Ваговий метод визначення площі листків, або “метод висічок”. Для цього у відокремлених і зважених листках роблять висічки

відомим діаметром і також зважують їх. Тоді за співвідношенням ваги листків і висічок з відомою площею визначається площа всієї проби. Проте цей метод можна застосувати лише для листків великих розмірів.

В.П. Батюк, Е.Ф. Рибалка, А.С. Оканенко [44] розробили прилад, який дозволяє швидко вимірювати площу поверхні листків.

Прилад складається з вимірюючих каналів, світлофільтрів, фотоелементів, диференційованого підсилювача. Потік світла, який створюється джерелом И, проходить через пластинку М з молочного плексиглазу, яка покращує рівномірність потоку і поділяється на два канали: вимірюючий канал – К', О', Т', К' і еталонний канал – К, Г, Ф. Світлофільтр вимірюючого каналу К', Т' і світлофільтр еталонного каналу К, Г – однакові, тому при відсутності вимірюючого об'єкта О освітленість фотоелементів Ф' й Ф однакова, і вони дають однакову напругу. Ці дві напруги поступають у диференційований підсилювач, в якому проходить віднімання однієї напруги від другої, отримана різниця підсилюється і реєструється стрілкою на приладі П. При відсутності об'єкта О різниця напруг буде, дорівнювати нулю і стрілка приладу П буде знаходитися на нулю. При випадкових коливаннях інтенсивність джерела і освітленість фотоелементів буде мінятися однаково і, відповідно, різниця напруг буде залишатися нульовою. Таким чином, диференційований метод, використаний у вищезгаданій установці, дозволяє користуватися нестабілізованим джерелом світла, що значно спрощує апаратуру і методику вимірювання.

Відзначимо, що цей прилад має складну систему світлофільтрів, громіздкий ламповий підсилювач і велику вимірюючу частину. Конструкція оптичних каналів не є найкращою і при вимірюванні об'єктів невеликого розміру ($2-3 \text{ см}^2$) дає декілька різних відхилень стрілки залежно від місця розташування об'єкта від центру каналу.

Протягом 1970–1975 років розроблена ціла серія електрооптичних приладів вимірювання площі поверхні листків [15, 16, 24 – 26, 28, 277].

З різних причин – недосконалості методів і приладів, неточності у вимірюванні, великих затрат коштів на конструювання, невисокої продуктивності, а також ботаніко-морфологічних особливостей листкової пластинки льону-довгунця – всі існуючі прилади і

пристрої малоприсади для визначення листкової поверхні і тому у фізіологічному аспекті розвитку культури майже відсутні глибокі дослідження.

1.6. Удосконалення і конструювання приладу визначення площі листкової поверхні льону-довгунця

Метою конструювання нашого приладу є: підвищення точності вимірювання площі листків невеликих розмірів, будь-якої конфігурації й товщини, збільшення продуктивності праці, виконання великого об'єму досліджень за короткий час та економія електроенергії.

Поставлена мета досягається тим, що прилад має постійне джерело освітлення, оптичні лінзи, червоний світлофільтр, фоточутливий елемент, диференційований підсилювач та індикатор вимірювання [129].

На рис. 1.9. представлена схема приладу для вимірювання площі листків.

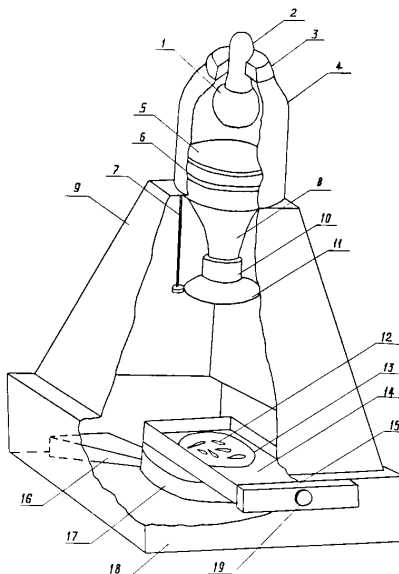


Рис. 1.9. Оптична схема приладу визначення площі листків льону-довгунця

Прилад складається з електричної матової лампочки (1) з обертаючим патроном (2) в головці (3), лінз (5, 6), конденсора, розташованих у металевому корпусі (4). У конусоподібному фанерному ящику (9) розташований конус об'єктива (8) з насадкою регулювання інтенсивності потоку світла (10), червоний світлофільтр (11) на обертаючому штоці (7). У предметному столику (18) розташований фоточутливий елемент (17) з ручкою (16). У гнізді предметного столика є висувна рамка (15) з ручкою (19) і прозорим склом (14). На склі розміщуються листки (12) по контуру (13).

Вимірювання площі листків здійснюється (рис. 1.10.) підключенням фоточутливого елемента до електричної частини принципіальної схеми індикатора (11) безпосередньо шнуром (4).

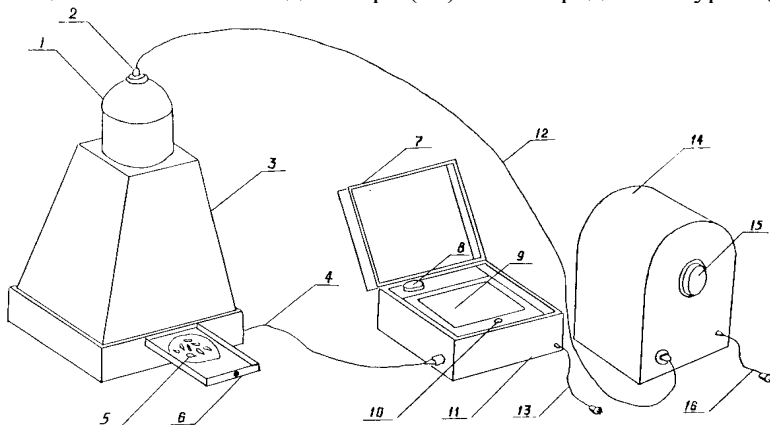


Рис. 1. 10. Загальна схема приладу вимірювання листкової поверхні

Операційний підсилювач К 140 УДА з польовими транзисторами на вході дозволяють зробити простий за схемою підсилювач постійного струму з високим входним опором. За допомогою світлового шнура (12) на матову лампочку потужністю 25 вольт подається понижена напруга через автотрансформатор (14). Автотрансформатор використовується для зміщення спектра випромінювання лампи в бік червоних та інфрачервоних променів, що сполученні з червоним світлофільтром зменшує рефракцію світлового потоку і дає повне

його відображення від зелених листків, і друга – для установки необхідної інтенсивності світлового потоку. Автотрансформатор вмикається у сітку за допомогою шнура (16).

Обертанням ручки (15) на автотрансформаторі досягаємо передачі необхідної напруги, що контролюється показником стрілки приладу.

Настройка приладу здійснюється таким чином: спочатку необхідно подати напругу на автотрансформатор і лампу, переміщенням патрона (2) з лампочкою (1) досягаємо рівномірного освітлення fotocутливого елемента (17), оскільки конденсор (5), об'єктив (8) і світлофільтр (11) зв'язані в єдину оптичну систему, то для отримання рівномірного освітлення fotocутливого елемента необхідною умовою є такий хід променів конденсатора у об'єктив, при якому промені перетинаються в середині об'єктива. Щоб задовольнити ці умови, лампу слід розташувати від конденсора на відстані аналогічній відстані від конденсора до об'єктива, оскільки положення об'єктива визначається відстанню від об'єктива до fotocутливого елемента. Таким чином, взаємні відстані всіх елементів проєкційної системи – лампи, конденсора, об'єктива і fotocутливого елемента – пов'язані між собою умовленою залежністю. Разом з тим, величина освітленої поверхні лампи пов'язана з діаметром робочого отвору об'єктива з оптичними даними.

Після цього приступаємо до настроювання електричної схеми. При відключеному приладі (рис. 1.10) гвинтом (10) встановлюємо стрілку (9) на відмітку “К” на шкалі індикатора. Подаємо електрострум на прилад і ручкою (8) підводимо стрілку (9) на відмітку “К” при відключеному шнурі (4). Таку настройку проводимо лише при першому включенні приладу в роботу. За допомогою шнура (4) підключаємо фотоелемент до електричної схеми і обертанням ручки (15) автотрансформатора (14) встановлюємо стрілку (9) на відмітку “О”. Вимірювання проводимо, розмішуючи листки (5) на скло висувної рамки (6). Рамку встановлюємо у гніздо і на шкалі приладу (11) знімаємо показники площі листової поверхні. Світовий потік, перетворений в електричний струм, з фотоелемента надходить на прилад, схема якого представлена на рис. 1.11.

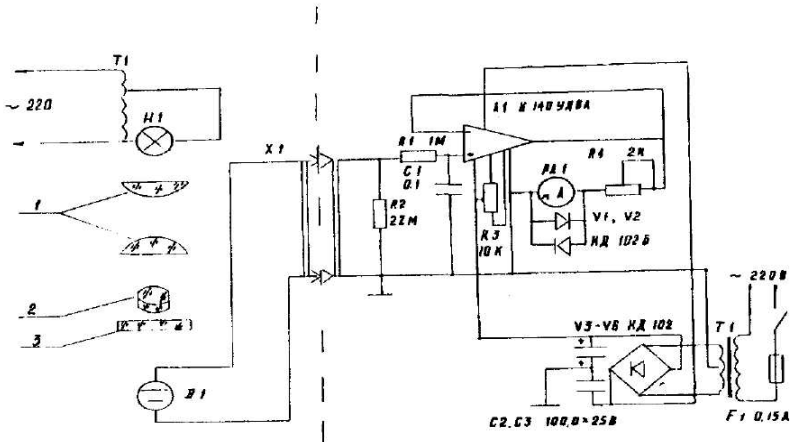


Рис.1.11. Електрична схема підсилювача постійного струму

Схема являє собою підсилювач постійного струму, а навантаженням підсилювача є міліамперметр, шкала якого градуйована у квадратних сантиметрах. Операційний підсилювач К140ДА8А з польовими транзисторами на вході дозволяє зробити простий за конструкцією підсилювач постійного струму з високим входним опором. Другий опір підсилювача 22 мОм чутливістю не нижче 5 мВ. Операційний підсилювач охоплений 100 % реактивним зворотнім зв'язком і являє собою повторювач напруги з коефіцієнтом передачі, який дорівнює 1. Підсилювач працює таким чином: сигнал з фотоелемента поступає на вхідний підсилювач R_1 і R_2 , після цього сигнал попадає на інвертований вхід мікросхеми A_1 . Ланцюг R_1 C_1 застерігає наведення перемінного струму та його стрибки при вмиканні чи вимиканні живлення через прилад зі стрілкою.

Для захисту приладу зі стрілкою від перенавантаження використовуються діоди V_1 і V_2 . У конструкції застосований прилад зі стрілкою типу М24 з внутрішнім опором навантаження $800 \text{ ом} \pm 0,3 \%$.

З метою забезпечення нормального опору навантаження використаний резистор R_4 . Потенціометр R_3 , ручка якого виведена на панель, балансує схему.

Живлення підсилювача відбувається від мережі перемінного струму через трансформатор T_1 . Випрямляч, зібраний на діодах V_3-V_6 , забезпечує нестабілізуючу двополярну напругу живлення $\pm 14V$. Електричні конденсатори C_2 і C_3 в ланцюгах живлення використовуються для орієнтації постійного струму.

На електричній схемі (ліворуч від пунктирної рисочки) представлена схема включення джерела світла H_1 і автотрансформатора T_1 .

Прилад вимірювання листової поверхні складається з джерела світла, фоточутливого елемента, підсилювача та індикатора. При будь-якому вимірюванні листків на фоточутливій пластинці загальна освітленість не змінюється, змінюється безпосередньо закрита частина фоточутливої пластинки прямопропорційно об'єкту, який вимірюється, а вимірюється закрита частина площі фоточутливого елемента, яка відповідає площі листової поверхні.

На рис. 1.12; 1.13; 1.14 показана оптична частина приладу, фоточутливий елемент і блок-схема приладу.

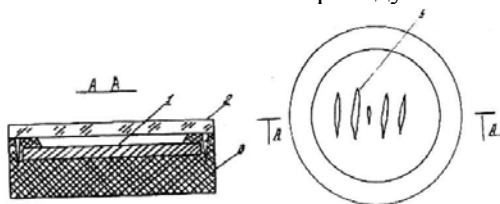


Рис. 1.12. Фоточутливий елемент

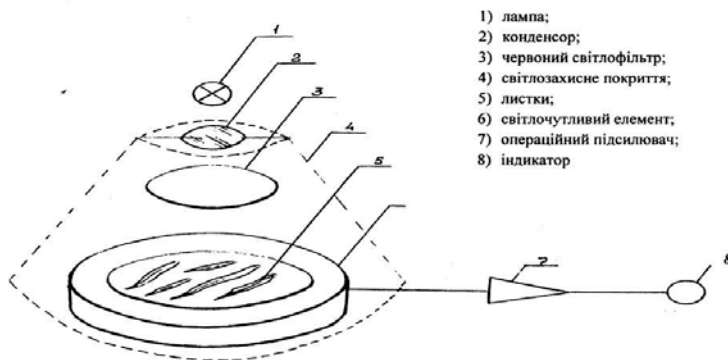


Рис. 1.13. Блок-схема приладу для вимірювання площі листової поверхні

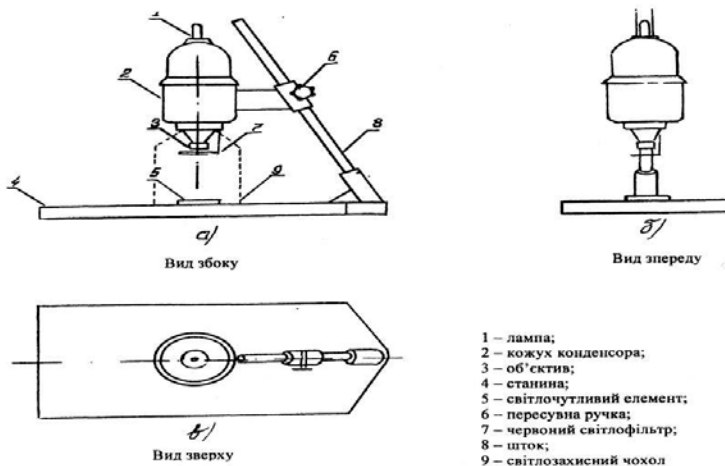


Рис. 1.14. Оптична частина приладу

За допомогою сконструйованого приладу ми впродовж 18 вегетаційних періодів [1981–1998] вивчили в умовах Українського Полісся формування площі листової поверхні льону-довгунця залежно від впливу основних факторів зовнішнього середовища, агротехнічних прийомів. Площу листової поверхні вивчали протягом вегетаційного періоду за фазами росту і розвитку.

Електрично-оптичний прилад визначення асиміляційної поверхні льону-довгунця пройшов випробування на Волинській державній сільськогосподарській дослідній станції, в Інституті сільського господарства Полісся УААН та у навчальному процесі.

При вивченні і узагальненні великої кількості експериментальних матеріалів вперше на культурі льону-довгунця були з'ясовані процеси фотосинтезу, визначені показники чистої продуктивності фотосинтезу, а також потенційна фотосинтетична потужність посівів, що безпосередньо впливає на періодичність, ритмічність росту і урожайність.

1.7. Методика визначення інтенсивності фотосинтезу

Методика визначення фотосинтезу посівів сільськогосподарських рослин залежить від архітектоніки і вкладу різних

органів у цей процес. Так, особливістю фотосинтезу льону-довгунця є те, що окрім невеликих розмірів листків, що розташовані на стеблах, великий вклад у поглинання вуглекислоти вносять інші хлорофілоносії, тобто органи, які, як правило, не враховуються при визначенні площі асиміляційної поверхні, проте їх значення у фотосинтезі велике. Роль деяких органів дещо збільшується після відмирання нижнього ярусу листків, особливо у фазі цвітіння. За період від фази бутонізації до ранньої жовтої стиглості питома вага у фотосинтезі стебел та суцвіть збільшується. Тому, на наш погляд, при вивченні процесів фотосинтезу необхідно використати таку методику, яка враховувала б особливості ботаніко-морфологічної будови льону-довгунця.

Х.Н. Починок [264, 265, 267] в Інституті фізіології рослин і агрохімії АН УРСР розробив установку для визначення інтенсивності фотосинтезу і дихання, в основі якої лежить газометричний метод аналізу газів. В.П. Батюк та ін. [45] розробили прилад для швидкого визначення динаміки фотосинтезу в природних умовах.

Особливої уваги заслуговує робота [381], в якій використаний автоматичний оптико-акустичний газоаналізатор. Зараз оптико-акустичні інфрачервоні газоаналізатори випускаються декількома фірмами [Hartmann u. Braun, Німеччина, – “UBAS”; Sir Howard Grubb, Parsons a. C⁰, Англія – “JRGA”; VeB junkalor, Німеччина – “Infralyt], а також в колишньому Радянському Союзі [“ГПП - 5”].

У своїх дослідках ми користувалися установкою для газометричного визначення фотосинтезу в природних умовах, розробленою Х.М. Починок [266]. В основу якої було взято титрування вуглекислоти повітря у присутності індикатора тилеолфталейну, інтервал переходу рН якого від 9,4 до 10,6, що на півтори одиниці вище, ніж у фенолфталейну. При повному обезбарвленні тилеолфталейну (рН=9,4), концентрація гідроокисних іонів у розчині у 25 разів вища, ніж при обезбарвленні фенолфталейном (рН=8), і дорівнює $2,5 \times 10^5$ Н, що забезпечує повноту поглинання вуглекислоти. Інтенсивність фотосинтезу визначається за різницею між вмістом вуглекислоти у повітрі до і після перебування рослин у камері. Тому при визначенні фотосинтезу цим методом

вірогідним можна вважати тільки такі різниці в асиміляції вуглекислоти між двома рослинами, які за час досліду дають величини, що перебільшують 0,18 мг CO₂.

Вимірювання фотосинтезу проведено за допомогою прямокутних камер із органічного скла розміром 30×20 см і висотою 50 см. Камери встановлюються на висоті 3–8 см від ґрунту на металевих рамках. Забір повітря для дослідження газообміну посіву проводили біля входу у камеру і на виході з неї. Швидкість току повітря регулювали в залежності від інтенсивності радіації, кількості рослин і фази їх розвитку з таким розрахунком, щоб вміст вуглекислоти у повітрі при визначенні фотосинтезу складав 8–15 %. Швидкість току повітря при визначенні фотосинтезу – 15–100 л/хв. У камері розташовували по 5–10 стебел, таким чином, щоб не порушити структури посіву. Частота вимірювань фотосинтезу становила 6–8 визначень впродовж світлового дня.

Одноразово з визначенням фотосинтезу на обраних ділянках впродовж світлового дня проводили вимірювання радіаційних характеристик посіву з метою отримання даних про добовий хід альbedo, коефіцієнта пропускання і поглинання ФАР.

Визначення температури та вологості повітря проводили одночасно у камерах з рослинами і в посіві на рівні розташування камер на висоті 1/2 довжини стебел льону-довгунця. Через камеру пропускали повітря з тією ж швидкістю, як і при визначенні фотосинтезу. За цими показниками були розраховані різниці між температурою Δt і вологістю Δr , визначеними у камері (t_k, r_k) і назовні (t, r), на верхньому $\Delta t_b, \Delta r_b$, і нижньому Δt_n рівнях: $\Delta t_b = t_k - t_b$; $\Delta t_n = t_{k,n} - t_n$; $\Delta r_b = r_{kb} - r_b$; $\Delta r_n = r_{kn} - r_n$

Встановлено, що ці різниці залежать від значень t і r поза камерою (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1

Поправки до температури повітря на термічний календарний ефект (Δt °C)

t °C	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Δt	0,0	0,5	0,9	1,3	1,8	2,2	2,5	3,0	3,3	3,7	3,8	4,0	4,2	4,3	4,3

З даних таблиці 1.1 видно, що на верхньому рівні температура повітря у шарі завжди вища температури поза камерою, що пов'язано з тепличним ефектом. З підвищенням температури повітря Δt_v піднімається і може досягати 4,3 °С. На нижньому рівні Δt близька до нуля, так як проходить помітне послаблення радіації рослинним покривом (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Поправки до відносної вологості повітря на вологісний камерний ефект Δx , %

x	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Δx	18,6	16,6	14,6	13,1	11,2	9,3	7,5	5,5	3,7	1,8	0,0

Залежність Δx від x (табл. 1.2) має зворотний характер: зі збільшенням x поза камерою $\Delta x_v=0$.

Слід відмітити, що в наших дослідах не спостерігалось g нижче 50 %. У нижній частині камери залежність Δx від g практично відсутня.

Згідно з даними таблиць 1.1 і 1.2 визначали поправки до температури і вологості повітря поза камерою, а потім шляхом додавання обраховували значення цих елементів у камері при визначенні фотосинтезу. Інтенсивність фотосинтезу розраховували на 1 дм² асиміляційної поверхні листків.

1.8. Методика визначення цезієвої активності льонопродукції

Відбір проб ґрунту і рослин проводили на споріднених місцях. Ґрунтові проби для гамаспектрометрії відбирали методом “конверту”. Вага проби – 1 кг. Зразки ґрунту відбирали буром на глибині орного шару [72, 104].

Вміст ⁹⁰Cs визначали з врахуванням вимог “Методических указаний по определению содержания стронция-90 и цезия-137 в почвах и растениях”. Зразки піддавали обробці, сушили та подрібнювали. Якщо питома активність проби невелика, то для старанного виявлення радіоактивних речовин проводили зба-

гачення проб шляхом висушування, обвуглювання й озолення в муфельній печі.

Вміст радіоцезію (як у пробах даного аналізу, так і в інших зразках) визначали методом гамма-спектрометрії. Зразки вагою більше 50 г та об'ємом більше 30 мл спектрометрували на приладі АМА-03Ф з NaI-детектором.

РОЗДІЛ 2

ПЕРІОДИЧНІСТЬ РОСТУ І РОЗВИТКУ ЛЬОНУ- ДОВГУНЦЯ ЗАЛЕЖНО ВІД АБІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ

2.1. Добова періодичність росту

Вперше в історії наукового пошуку в льонарстві розроблено і застосовано системну методологію підходу до росту як інтегрального показника всього продукційного процесу на базі нового польового приладу – ауксанографа.

Електрично-оптичний прилад визначення листкової поверхні забезпечив проведення великої кількості робіт відносно визначення фотосинтетичної діяльності посівів льону-довгунця.

Циркадні ритми виникають у результаті того, що в організмі в постійних умовах безперервно діє годинниковий механізм, який здійснює фазове автопідстроювання [387].

Термін “циркадні ритми” запропонував вперше Халберг для означення ритмів, які мають період біля 24-х годин. Такі режими зберігають стійкість приблизно 24 години. Основні ритмічні процеси обумовлені внутрішніми факторами, тобто є ендогенними і визначаються біотичними механізмами.

Суть проблеми “біологічні години” доводить існування в більшості живих організмів внутрішньої здатності вимірювати час, що передається у спадковість.

Як відмічає Шноль [56], однією з причин добової періодичності є поєднання дифузії і процесів біосинтезу – поєднання, яке призводить до періодичної зміни властивостей клітин. Висока точність ходу біологічних годинників дозволяє допустити існування коливальних процесів з відносно коротким періодом. На даний час важко сказати, в якій мірі дифузія і процеси біосинтезу можуть привести до періодичних процесів з періодом декількох хвилин. Можливо, добова періодичність основана на хімічних або фізико-хімічних періодичних процесах. Тривалість періодів цих процесів мала, напрошується аналогія між біологічними і звичайними годинниками.

В.С. Шевелуха [354] вперше впродовж багатьох років в умовах Білорусії провів дослідження з вивчення біоритмів на прикладі багатьох сільськогосподарських культур і виявив

особливості ростових процесів у рослин та визначив десять типів добової періодичності і ритмічності росту у польових умовах.

В.С. Шевелуха [348, 350 – 351] вважає, що ріст як фізіологічний процес носить інтегральний характер, має велику лабільність, широкий діапазон пристосованих ростових реакцій, генетичну та екологічну обумовленість. Проте необхідно визнати й те, що протягом багатьох століть великі надії покладали на вивчення проблеми фотосинтезу. Але управління величиною врожаю за рахунок регулювання процесом фотосинтезу є поки що проблемою майбутнього. Не завжди між процесами фотосинтезу і величиною продуктивності існує стійка кореляція, а інколи вона відсутня. Ось чому ріст рослин може бути обраним для контролю фізіологічного процесу, який безпосередньо пов'язаний з урожаєм.

В.С. Шевелуха [354] приходять до висновку, що добовий хід ростових процесів у льону має вигляд синусоїдальної кривої, а фаза максимального росту припадає на 14–15 годину, фаза мінімальної швидкості росту відмічається о 4–5 годині ранку. Протягом вегетаційного періоду змінюється лише амплітуда коливань, і найбільшою вона є в кінці бутонізації (VII – початок VIII-го етапу органогенезу). Швидкість росту у цей період досягає 3–4 мм за годину, а добові прирости становлять 4–5 см. У період швидкого росту і на початку бутонізації максимальна швидкість росту в день становила 1,3–2,0 мм/год., а добові прирости не перевищували 1,5–3,0 см. Темпи росту вже на початку цвітіння різко скорочувалися. Відмічається, що найбільші прирости спостерігаються не у хмарні, а у мінливі дні із загальною освітленістю біля 10 годин протягом дня.

В умовах Полісся України ми вперше провели глибокі, багаторічні дослідження щодо вивчення біоритмів і добової періодичності росту в онтогенезі за часом при безперервній його реєстрації залежно від екологічних факторів та агротехнічних прийомів на прикладі провідних технічних культур – льону-довгунця та хмелю [119 – 121, 126, 128].

Багаторічні дослідження [117, 119] на прикладі сортів К-6, Оршанський 2, Могильовський 2 і Томський 16 у стаціонарних, тимчасових і виробничих умовах не підтверджують попередні дані щодо закономірностей ростових процесів в онтогенезі (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

**Добова періодичність росту льону-довгунця, мм
(середнє за 1982–1988 рр.)**

Години доби	Фази росту і розвитку									
	"ялинка"		період швидкого росту		бутонізація		цвітіння		середнє	
	день	ніч	день	ніч	день	ніч	день	ніч	день	ніч
1		0,50		1,01		1,10		0,39		0,75
2		0,55		0,95		1,12		0,31		0,73
3		0,57		1,06		1,00		0,34		0,73
4		0,47		0,91		0,94		0,34		0,66
5		0,43		0,92		0,88		0,32		0,64
6	0,44		0,71		0,82		0,55		0,63	
7	0,24		0,62		0,66		0,28		0,45	
8	0,11		0,53		0,5		0,24		0,34	
9	0,06		0,39		0,3		0,23		0,24	
10	0,14		0,36		0,29		0,17		0,24	
11	0,10		0,43		0,58		0,28		0,35	
12	0,16		0,59		0,43		0,3		0,37	
13	0,35		0,78		0,72		0,3		0,54	
14	0,40		1,08		0,91		0,43		0,70	
15	0,54		1,38		1,17		0,62		0,93	
16	0,78		1,37		1,26		0,78		1,05	
17	0,76		1,55		1,30		0,79		1,10	
18	0,74		1,53		1,52		0,76		1,14	
19	0,79		1,65		1,59		0,77		1,20	
20	0,91		1,83		1,74		0,86		1,33	
21	0,99		2,03		1,99		1,13		1,53	
22		1,14		1,96		1,72				1,45
23		0,94		1,58		1,60				1,24
24		0,68		1,33		1,22				0,95
M	0,47	0,65	1,05	1,21	0,98	1,20	0,53	0,51	0,76	0,89
m	0,19	0,08	0,09	0,14	0,13	0,13	0,11	0,07	0,01	0,11
xg	0,53	1,10	1,06	0,52	0,80					
Σ	7,51	5,22	16,83	9,72	15,78	9,58	8,49	4,11	12,17	7,15
Σg	12,73	26,55	25,36	12,6	19,29					

Примітка : М – середня швидкість росту вдень і вночі ;
 m – помилка середньої швидкості росту;
 xg – середня швидкість росту за добу;
 Σ – сумарний приріст вдень і вночі;
 Σg – сумарний приріст за добу.

З даних таблиці 2.1 видно, що у фазі “ялинка” добовий приріст у висоту становить 12,73 мм, а середньодобова швидкість росту – 0,53 мм /год., при чому з перевагою швидкості росту вночі на 0,18 мм/год., загальний приріст стебла в день – на 2,29 мм більший за нічний.

У період швидкого росту, на початку V етапу органогенезу загальний приріст стебла за добу становить 26,55 мм, тобто у два рази більший у порівнянні з попередньою фазою росту і розвитку, а середньодобова швидкість – 1,1 мм/год. з перевагою швидкості росту вночі над денною, а загальний приріст у висоту вдень на 7,11 мм більший за нічний.

У фазі бутонізації, VII–VIII етап органогенезу, особливих змін у процесі добового росту не відбулося і його закономірності такі ж, як і у період швидкого росту.

У фазі цвітіння, IX–й етап органогенезу, середньодобовий ріст вдень і вночі різко скоротився, а швидкість його становила 0,52 мм/год.

Таким чином, середньобагаторічний показник швидкості росту за період вегетації складає 0,80 мм/год. з перевагою в нічні години.

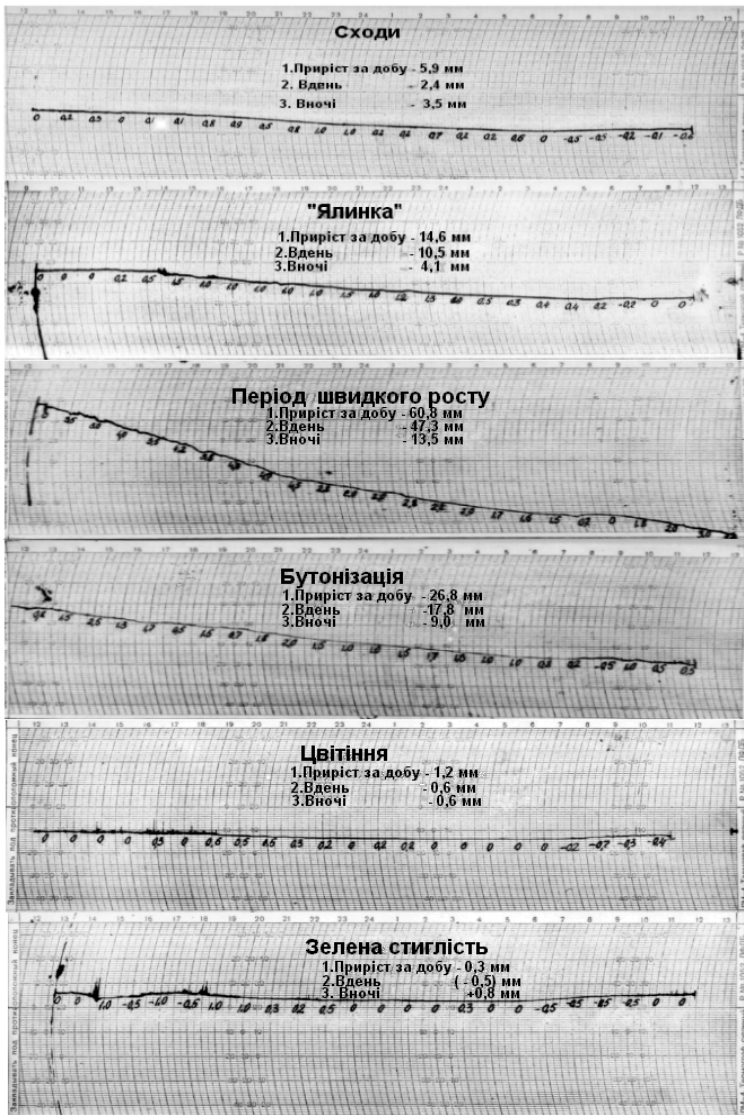
Якщо розглянути закономірності росту льону за окремі роки, то можна відмітити, що тільки у 1986 посушливому році у фазі ”ялинка” спостерігалась максимальна швидкість, яка становила 0,81 мм/год. при середньорічній – 0,53 мм/год.

Роки 1982, 1983, 1984, 1985, 1987, 1988 характеризуються як достатньо перезволожені, саме в цей період середньодобова швидкість росту на V–VII-у етапах органогенезу (період швидкого росту, початок бутонізації) досягла 1,0–1,6 мм/год., а середньобагаторічні – 1,1, а в надто посушливому 1986 – 0,7 мм/год.

Потенційна можливість льону-довгунця висока. В окремі роки з достатньою кількістю вологи в ґрунті, та високим температурним ефектом в один із найсприятливіших періодів швидкість росту рослин у висоту може досягти більше 60 мм за добу (рис. 2.1).

На рис. 2.1 показано фактичне відбиття добової періодичності та швидкості росту однієї рослини протягом всього вегетаційного періоду.

Швидкість росту, мм/год.



Години доби

Рис. 2.1. Ауксонограми росту льону-довгунця протягом вегетаційного періоду

Такі показники можуть бути стандартом при характеристиці ростових процесів, їх контролі, особливо в селекційній роботі, при програмуванні росту і продуктивності льону-довгунця.

Так, у фазі сходів приріст за добу становить 5,9 мм з перевагою в нічний період. Максимальна фаза швидкості росту – 1,0 мм/ год. припадає на 23-ю годину, а потім вона різко уповільнюється і в окремі години спостерігаються “простої”.

У фазі “ялинка” приріст стебла у висоту становить 14,6 мм/добу з перевагою приросту вдень. Амплітуда максимальної і мінімальної швидкості росту лишається без змін.

Характерну особливість росту стебла льону у висоту необхідно відмітити в період швидкого росту (початок V етапу органогенезу). Загальний приріст за добу становить 60,8 мм з великою перевагою приросту вдень, а максимальна швидкість росту зареєстрована о 21 годині і становить 4,7 мм/год.

Період швидкого росту має 21 годину на добу: починається о 10-ій і продовжується до 7-ої години ранку.

Циркадний тип швидкості росту незалежно від освітлення доби залишається майже однаковим з невеликими погодинними коливаннями. Різке уповільнення швидкості росту з повною зупинкою спостерігається о 8–10-ій годині.

Ряд авторів [389, 390], вивчаючи вплив світла і темряви на циркадні ритми, вважає, що біле і червоне світло викликає затягування ритмів рослин, а зелене, синє і дальнє червоне – ні.

Таке явище не можна пояснити ні надходженням і використанням ФАР, ні кількістю вологи, ні температурою повітря, це явище не екзогенного, а ендogenous походження і його, мабуть, необхідно розглядати та пов’язувати з процесами фотосинтезу, формуванням енергетичних продуктів живлення (цукрів) тощо. На VII–III-у етапах органогенезу (фаза бутонізації) швидкість росту різко уповільнюється, і це суперечить загальноприйнятій в науці думці про те, що льон найкраще росте у фазі бутонізації. У цій фазі починають формуватись генеративні органи, і зрозуміло, що основна кількість поживних речовин

органічного і мінерального походження використовується на їх утворення, а тому приріст льону у висоту призупиняється.

Ця думка підтверджується ростом і розвитком льону на ІХ–ХІІ-у етапах органогенезу, коли стебла припиняють свій ріст у висоту (фаза цвітіння і зеленої стиглості).

Добовий хід ростових процесів льону має характерну синусоїдальну криву (рис. 2.2).

На відміну від синусоїдної кривої росту за В.С. Шевелухою, яку він отримав, ауксанографуючи льон, протягом одного року, (1970 р.), де фаза максимального росту припадає на 14–15 год., а мінімального на 4–5 годину ранку, ми відмічаємо, що період максимальної швидкості росту припадає на вечірні години і о 21-й годині він досягає більше 20 мм/год. Ще J.Lorcher [416] вказував на фізіологічну активність дальніх червоних променів (730 нм), при цьому відмічалось, що, впливаючи ними на рослини, можна сповільнювати ростові процеси, які потім відновлюються під впливом червоних променів. Помічено, що сонячний спектр збагачується інфрачервоними променями.

Сумарний розподіл енергії вночі еквівалентний випромінюванню чорного тіла з температурою 4000 К. Згідно з законом Вена:

$$\lambda_{\max} = \frac{B}{T} = \frac{0,28979 \cdot 10^{-2} \text{ М} \cdot \text{К}}{4000 \text{ К}} = 725 \text{ нм}, \quad (1)$$

де В – постійна Вена, що дорівнює $0,28979 \cdot 10^{-2} \text{ М} \cdot \text{К}$.

Виходячи з цього, можна стверджувати, що вночі проходить збагачування сонячного спектру дальніми червоними променями, а це викликає ефект гальмування росту, який починається о 22-й годині і різко сповільнюється, досягаючи о 9-й годині мінімальних показників. Швидкість росту коливається у межах 0,06 (у фазі “ялинки”) – 0,35 мм/ год. (у період швидкого росту). Амплітуда коливання між мінімальною та максимальною швидкістю росту, незалежно від етапу органогенезу, завжди постійна і становить 12 годин.

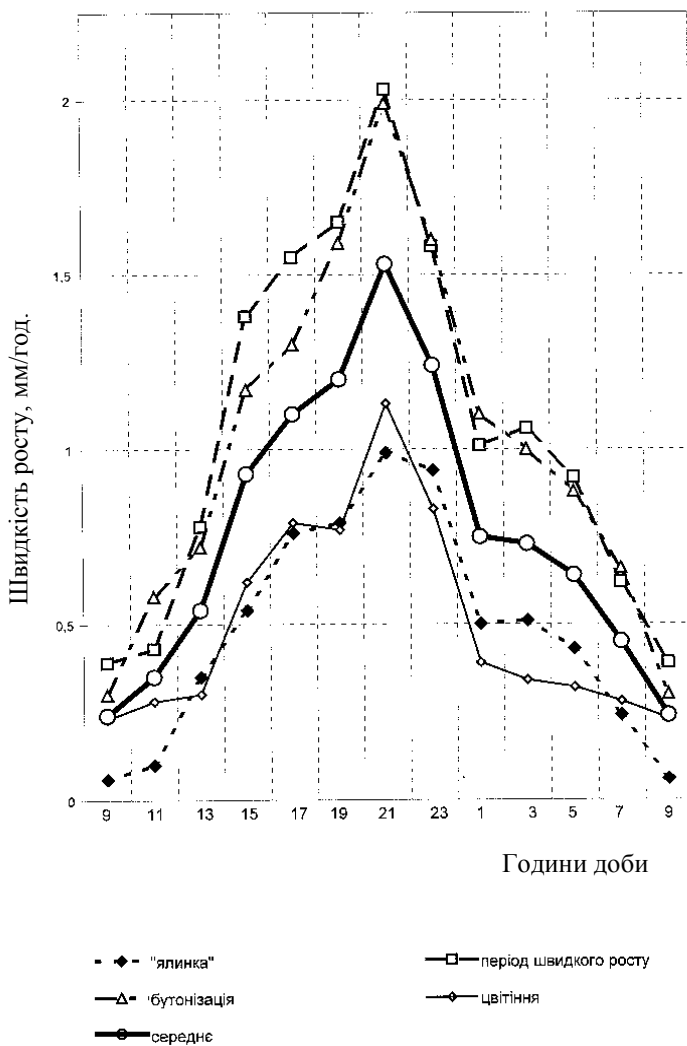


Рис. 2.2. Добова періодичність росту льону-довгунця (середнє за 1982–1988 рр.)

Періодичність ритмів росту льону за добу і протягом вегетаційного періоду, незалежно від фаз росту і розвитку, залишається постійною. Це і є “біологічні години” – доказ існування у більшості живих організмів здатності вимірювати час, що передається спадково.

Проте в нашому випадку не можна стверджувати, що зміна дня і ночі (світлові цикли) призводять до добової періодичності, оскільки довжина дня коливається в межах 16, а ночі – 8 годин, а період коливання кривої швидкості росту – 12 годин. Ось така висока точність коливальних процесів порушується невідомими до сьогодні процесами, при цьому зберігається добова періодичність.

Як зауважує Шноль [56], можливо, відкриття пігменту рослин – фітотрону, який може існувати у двох формах з максимумом поглинання при 660 і 735 нм. Під впливом світла з довжиною хвилі 660 нм пігмент P_{660} переходить у пігмент P_{735} , останній під впливом хвилі довжиною 735 нм переходить у P_{660} .

Як впливають екзогенні фактори на добову періодичність росту льону, показано на прикладі отриманої нами синусоїдальної кривої (рис. 2.3).

З цього приводу є різні думки. На наш погляд, дванадцятигодинні ритми і добова періодичність залишаються без зміни, проте змінюється швидкість росту.

На думку В.С. Шевелухи, максимальні прирости стебла льону отримано при мінливій погоді. З наведеного рисунка видно, що при ясній і сонячній погоді швидкість росту стебел льону у висоту становила 0,82 мм/год., а у хмарну – 1,17 мм/год. і мінливу – 1,1 мм/год. При різних погодних умовах мінімальна швидкість росту відмічається о 9-ій і максимальна – о 21-ій годині з періодом біоритму 12 годин на добу.

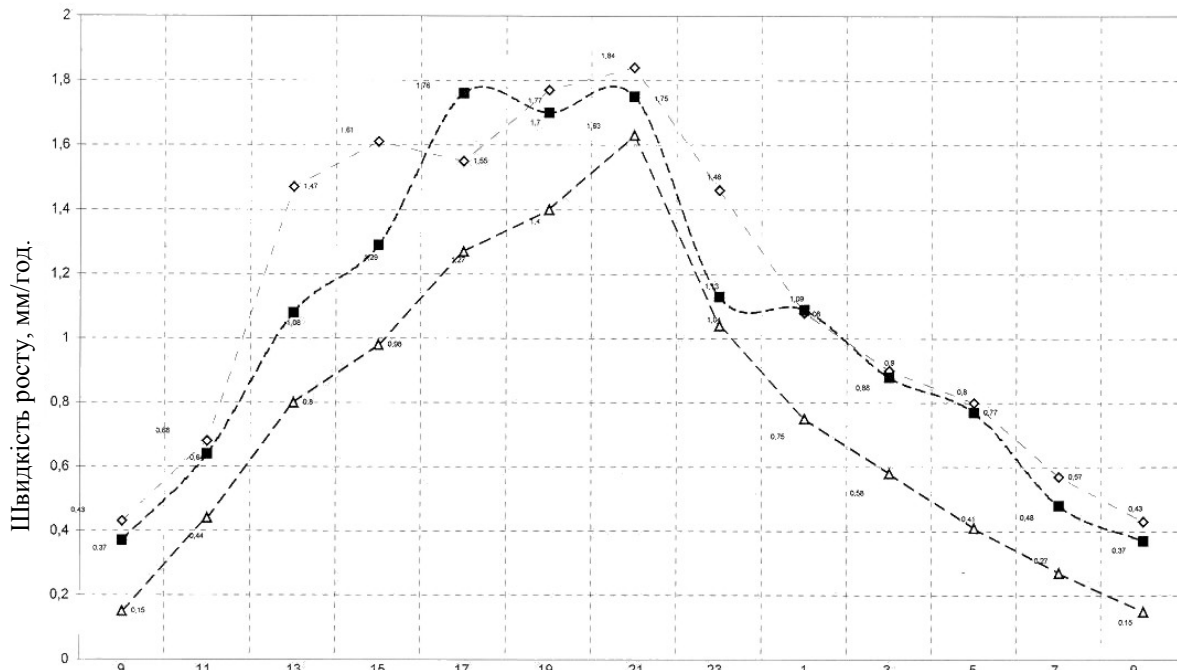


Рис. 2.3. Добова періодичність росту льону-довгунця залежно від погодних умов (середнє за 1983–1988 рр.)

—◇— хмарно —■— мінливо —△— сонячно

2.2. Сонячна радіація та фотоактивність ростових процесів

Ю. Ашофф [35] стверджує, що організм як відкрита система завжди взаємодіє з навколишнім середовищем. Спонтанна частота залежить як від функціонального стану організму, так і від інтенсивності освітлення. Датчиком часу може бути тільки періодична мінливість фактору середовища.

Як відомо, процес поглинання і засвоєння світла зеленим листком вперше був вивчений К.А. Тімірязевим. Під цим поняттям він розумів перетворення променевої енергії сонця в енергію потенційну, “в запас роботи, яка відбувається у рослині... і наступний синтез органічних речовин” [153]. Загальні питання стосовно ФАР і природи фотосинтетичних процесів розглянуті і узагальнені у працях [245 – 247, 288, 320, 397].

Закономірності в дії ФАР виключно важливі для поняття кількісної оцінки фотосинтетичного процесу, швидкість якого Φ залежно від інтенсивності сумарної ФАР носить назву світлової кривої. Типова світлова крива для зернових культур розроблена А.А. Ничипоровичем [245], з якої виходить, що швидкість Φ ($\text{мг}\cdot\text{CO}_2/\text{см}^2\cdot\text{год.}$) залежить від інтенсивності сумарної ФАР і досягає максимальних показників при $Q_\Phi - 0,3 \text{ кал./см}^2\cdot\text{хв.}$ Як зауважує І.А. Шульгін [368], для фотосинтезу і продуктивності необхідно не лише поглинати велику кількість сонячної енергії ФАР, а використовувати з більш високим ККД ФАР.

Певно, тому в наших дослідках [130] не співпадають криві росту за фазами росту і розвитку льону-довгунця з інтенсивністю сонячної радіації (рис. 2.4; а – г). Якщо о 7-й годині інтенсивність ФАР становить в середньому за 1982–1985 рр. біля 0,05, а ввечері після 19-ої – 0,20 і менше $\text{кал./см}^2\cdot\text{хв.}$, то протягом дня вона коливається в межах 0,2–0,6 $\text{кал./см}^2\cdot\text{хв.}$ Як вказує І.А. Шульгін [368], у світлову частину доби радіація більша у червоній і менша у синій частині спектра; вдень різниця менша, вранці і ввечері – більша. Таким чином, якщо в zenіті інтенсивність світла майже однакова за складом спектра (450–600 нм) і невелика, то в частині загравного сегмента вона є достатньо суттєвою. У випромінюванні, яке йде від загравного сегмента, переважають оранжево-червоні промені.

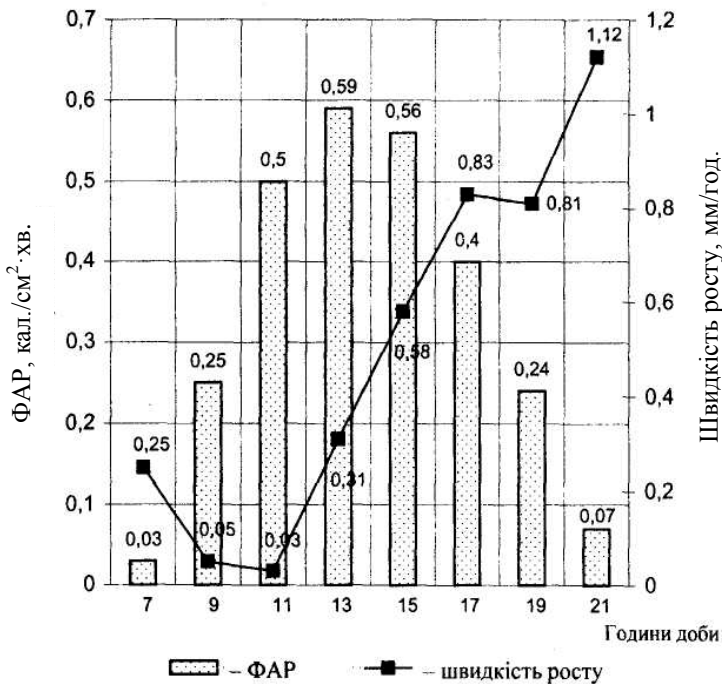


Рис. 2.4. а) Інтенсивність сонячної інсоляції та швидкість росту льону-довгунця у фазі “ялинка” (середнє за 1982–1988 рр.)

Рано і ввечері при низькому стоянні сонця, розсіяного світла з перевагою довгохвильової радіації більше, а вдень, навпаки, перевага за короткохвильовою радіацією. З літературних джерел відомо, що пігменти листка поглинають більше оранжево-червоних випромінювань з довжиною хвилі 585–680 нм, а червоні промені спектра найбільш активні у період першої фази фотосинтезу, тобто синтезу вуглеводів. Виходячи з цього, можна пояснити особливості швидкості росту льону наявністю періоду T між максимумом надходження ФАР, який припадає на 15-ту годину і швидкістю росту о 21-й годині. Цей період становить біля п’яти годин. Саме за цей час в результаті постійного поглинання синіх променів з довжиною хвилі 485 нм, а також червоних – з довжиною хвилі 610 нм та їх дії на процеси фотосинтезу з

утворенням вуглеводів, що і забезпечує максимальну швидкість росту льону. Ендо- і екзогенні фактори, що впливають на ріст і розвиток, мають однакову дію на всіх етапах органогенезу льону-довгунця, хіба що змінюється швидкість росту, про що мова йшла у попередньому підрозділі.

У фазі “ялинка” середньодобова швидкість росту коливається у межах 0,49 мм/год., з мінімальними показниками о 9–11-ій годинах ранку, що відповідає припливу фотосинтетичної активної радіації у межах 0,25–0,5 кал./см²·хв. Вже о 17-ій годині швидкість росту досягає 0,83 мм/год. при фотосинтетичній активній радіації 0,4 кал./см²·хв. Максимальна швидкість росту спостерігається о 21-ій годині, а приплив ФАР становить 0,07 кал./см²·хв. Висока сонячна інсоляція у фазі “ялинка” припадає на 13 год., при цьому швидкість росту становить 0,31 мм/год. Таким чином, присутня періодичність росту і приплив фотосинтетичної активної радіації, а їх максимальні фази зсунуті на 8 годин.

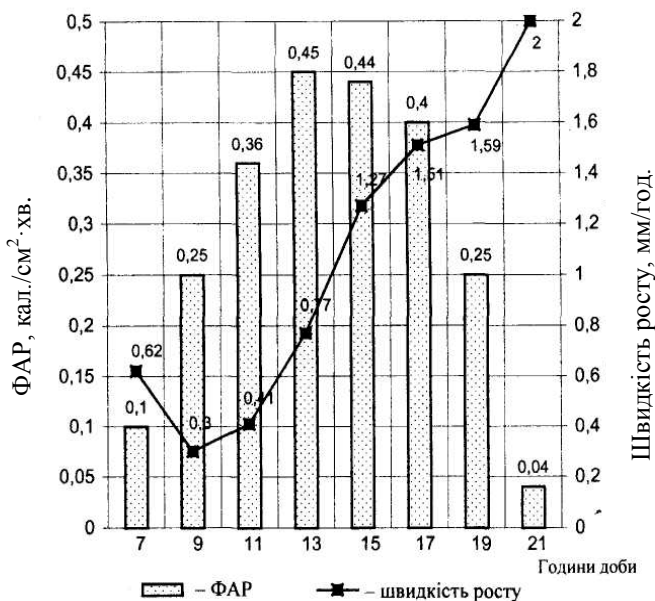


Рис. 2.4. б) Інтенсивність сонячної інсоляції та швидкість росту льону-довгунця у період швидкого росту (середнє за 1982–1988 рр.)

У період швидкого росту льону-довгунця погодинна швидкість росту зростає, її середньодобовий показник становить 1,07 мм /год., що на 0,58 мм більше у порівнянні з фазою “ялинки”. Мінімальний показник швидкості росту припадає на 9-у годину і становить 0,3 мм/год.; впродовж світлового періоду швидко зростає, досягаючи максимальної швидкості о 21-ій годині – 2,0 мм/год., що майже у 2 рази більше, ніж у фазі “ялинка”. Приплив фотосинтетичної активної радіації о 9-ій годині становить 0,25, а о 21-ій – 0,04 кал./см²·хв з максимальними показниками о 13-ій годині; криві сонячної радіації і швидкості росту не співпадають, а період їх максимальних градієнтів також становить 8 годин.

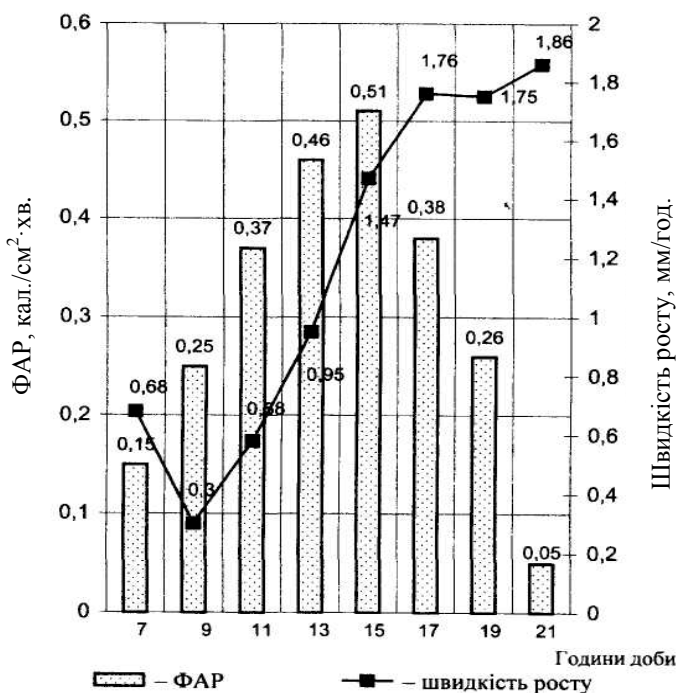


Рис. 2.4. в) Інтенсивність сонячної інсоляції та швидкість росту льону-довгунця у фазі бутонізації (середнє за 1982–1988 рр.)

У фазі бутонізації середньодобова швидкість росту становить 1,16 мм/год., що близько до показників, які характеризують період швидкого росту. Мінімальні і максимальні показники швидкості росту відбуваються за попередньою закономірністю. Проте період між максимальним припливом фотосинтетичної активної радіації, який припадає на 15-у годину і становить 0,51 кал./см²·хв. і швидкістю росту – 1,86 мм о 21-ій годині скорочується на 2 години і коливається у межах 4–6 годин.

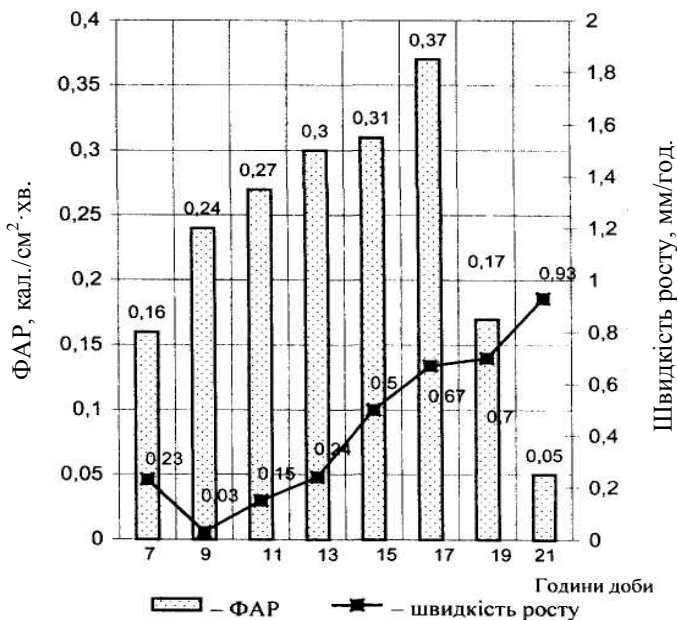


Рис. 2.4. з) Інтенсивність сонячної інсоляції та швидкість росту льону-довгунця у фазі цвітіння (середнє за 1982–1988 рр.)

У фазі цвітіння формуються генеративні органи, середньодобова швидкість росту різко уповільнюється і становить 0,43 мм/год. О 9-ій годині лінійний ріст льону майже зупиняється і максимальних показників він досягає о 21-ій годині. Впродовж вегетаційного періоду, незалежно від припливу фотосинтетичної активної радіації і фенологічних фаз росту і розвитку, мінімальні

показники росту припадають на 9-у годину з подальшим поступовим зростанням до 17-ої години, досягаючи максимальних показників о 21-й годині.

Великий вплив на величину радіаційного балансу, поглинання ФАР і періодичність росту мають теплові умови як найважливіший екологічний фактор існування рослин, зволоженість, хмарність тощо (рис. 2.5).

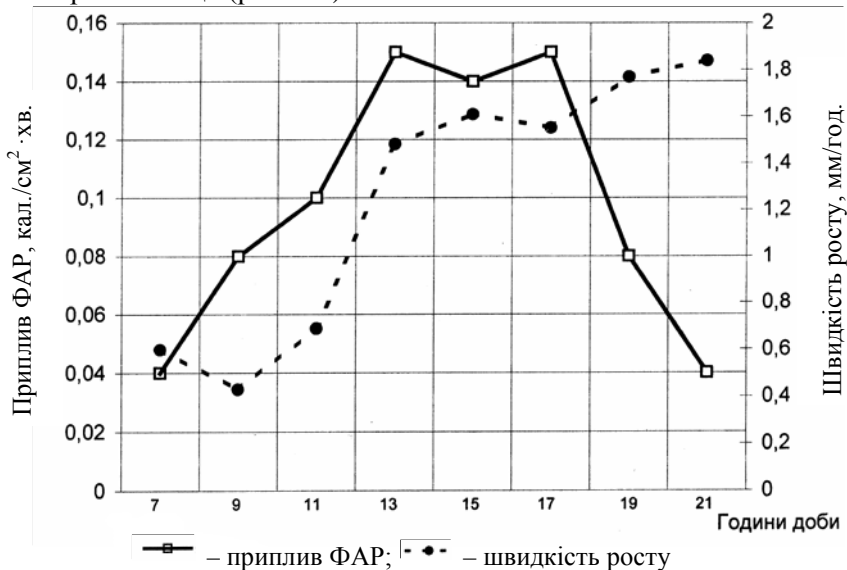


Рис. 2.5. Добова періодичність росту залежно від припливу ФАР (фаза бутонізації, середнє за 1982–1988 рр., хмарність 10 балів)

В залежності від стану атмосфери коефіцієнт прозорості (P_λ) варіює для ясного неба від 0,5 до 0,8 при $\lambda=400$ нм, від 0,6 до 0,95 при $\lambda=600$ нм, це обумовлює відмінності у надходженні сонячної радіації на земну поверхню.

Посилаючись на роботи В.А. Белінського, М.П. Гараджи, І.А.Шульгін [368] відмічає, що інтенсивність ультрафіолетового випромінювання зростає з h_0 , а співвідношення розсіяної D до Q радіації зменшується. При малих h_0 (8–10), тобто вранці та ввечері, УФ промені майже повністю складаються з розсіяної радіації.

У мінливу за хмарністю погоду, з середніми показниками надходження ФАР, швидкість росту льону повільніша за швидкість у хмарну і краща, ніж у сонячну погоду (рис. 2.6).

Ось чому у випадку з 10-бальною хмарністю приплив ФАР мінімальний і в ній переважає частка розсіяної радіації, швидкість росту льону різко зростає з 9-ої годин і вже о 13-ій годині досягає майже максимальних показників, а потім повільно, протягом 8-и годин, збільшується, і найвища її фаза відмічається о 21-ій годині.

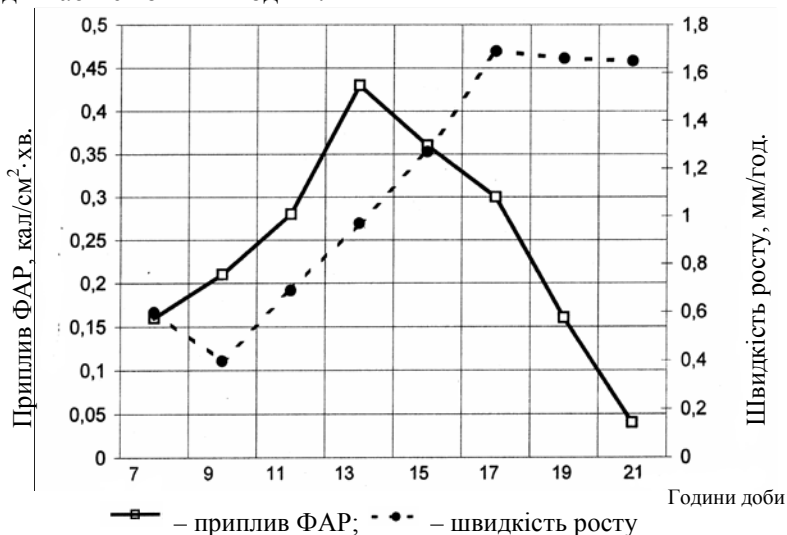


Рис. 2.6. Добова періодичність росту залежно від припливу ФАР (фаза бутонізації, середнє 1982–1988 рр., хмарність 5 балів)

При зменшенні висоти сонця і відповідно зниженні прозорості атмосфери потік інфрачервоної радіації зменшується. Найменша відносна інтенсивність інфрачервоних променів має місце при прозорій, але зволоженій атмосфері, а найбільша – при сухій, мутній. У зв'язку з такими змінами міняється і видима, фізіологічна радіація (400–700 нм).

У безхмарну і ясну сонячну погоду інтенсивність фотосинтетичної сонячної радіації зростає, і в ній збільшується частка короткохвильової, синьої радіації. З цим явищем, певно, і пов'язане гальмування швидкості росту льону (рис. 2.7).

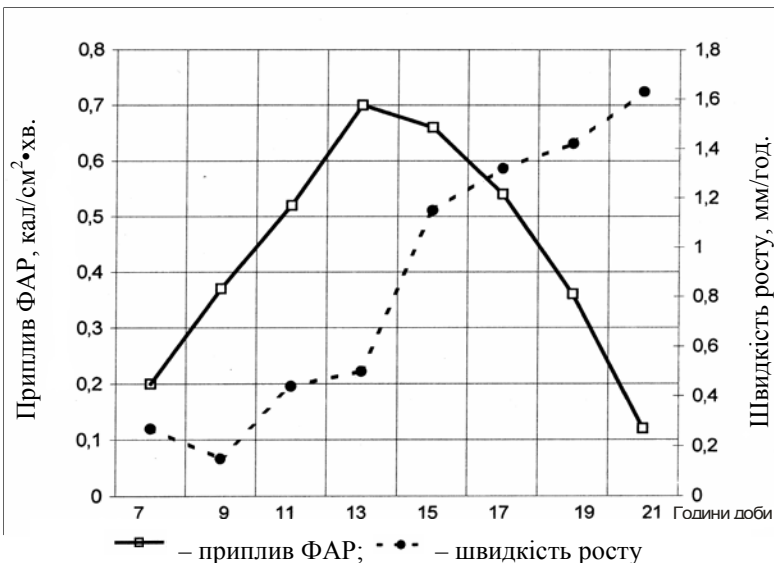


Рис. 2.7. Добова періодичність росту залежно від припливу ФАР (фаза бутонізації, середнє 1982–1988 рр., хмарність 0 балів)

Приплив ФАР зростає з 0,37 кал./см²·хв о 9-й годині й о 13-й годині досягає 0,69 кал./см²·хв, при хмарній погоді відповідно 0,07–0,12 кал./см²·хв, а швидкість росту досягає у першому випадку 0,15–0,79, у другому – 0,43–1,48 мм/год., тобто, майже у 2–3 рази краще льон росте у хмарну погоду, ніж у сонячну. Якщо у хмарну погоду він росте інтенсивно і збільшує швидкість росту протягом всього світлового періоду, то у сонячну швидкість росту сповільнюється.

2.3. Ростові реакції льону-довгунця на температурний фактор і вологість повітря

Багато вчених відзначають залежність добового ритму росту від температурного режиму. Висока і низька температури діють у різний час і впливають на фотоперіодизм [131, 312, 378, 389, 390, 400, 405, 415]. Для процесу росту рослин можна визначити мінімальну, оптимальну і максимальну температури. Для росту більшості рослин оптимальні температури знаходяться в межах +10...+20 °С.

Реакція на температурні зміни у рослин в цілому характеризується періодичністю між денними і нічними показниками температури.

У льону-довгунця виділяють 5 фаз росту і розвитку, які характеризуються морфологічними змінами і утворенням нових органів; і кожній фазі повинні відповідати оптимальні температури росту і розвитку.

На думку А.Р. Рогаш [281], І.А. Сізова [296, 297], знижена температура повітря (8...+12) позитивно впливає на довжину світлової стадії і призводить до підвищення продуктивності льону. Далі І.А. Сізов уточнює, що у фазі “ялинка” оптимальна температура становить +10...+14 °С, а у фазі цвітіння +15...+16 °С.

Після проходження світлової стадії рослини льону вступають у період росту, який триває до цвітіння. Середньодобовий приріст може досягати 4 см і більше. За короткий період (15–22 днів до цвітіння) рослини утворюють біля 75 % сухих речовин і 60 % волокна. Як вважає І.А. Сізов [296], збільшення періоду активного росту викликане пониженими температурами і генотипною специфікою. Такі температури, на думку М.І. Афоніна, В.С. Пригуна [29], П.В. Денісова [111], В.Я. Тіхомірова [319], призводять до збільшення періоду вегетації і підвищення врожайності.

В.І. Софінська [304] вказує на те, що у фазі цвітіння ріст стебла у висоту майже припиняється, а підвищені температури і помірна вологість сприяють утворенню насіння. П.В. Денісов [110,111] довів, що період між цвітінням і дозріванням охоплює 22–24 доби і проходить при температурі +12...+20°С.

Н.П. Тріфонов [321] прийшов до висновку, що на всіх стадіях розвитку пониження температури сповільнює ріст стебла. Найбільша висота стебла формується при температурі нижчій за 12 °С.

В.С. Шевелуха [354] вважає, що у регулюванні добової періодичності росту льону-довгунця провідна роль належить температурному фактору. Ріст льону вдень і вночі залежить від середньодобової температури. Підвищення середньодобової температури повітря до 15 °С і більше супроводиться вирівнюванням темпів росту вдень і вночі. При однакових понижених температурах (<10°С) вдень і вночі переважає ріст у темноті, оскільки вдень освітленість викликає додаткове пригнічення росту поряд з низькою температурою.

Максимальний приріст льону за добу досягає 3,5 – 3,8 см при середньодобовій температурі повітря +18...+22 °С і припадає на період проходження VII–VIII-го етапу органогенезу. При середньодобовій температурі +8 °С прирости льону різко скорочуються й становлять 1,0 см за добу.

Найбільша добова швидкість росту – від 1,5 до 2,1 мм/ год. отримана при температурі повітря +16,8°С й відносній вологості 75 %, середня освітленість становить біля 10 годин в день. Вночі найбільші прирости 1,4–2,0 мм/ год. відмічені при температурі повітря +13,6 °С. Температура в період бутонізації в межах +15,8...+17,7 °С не впливає на швидкість росту.

Серед інших біологічних особливостей льону велике значення має зволоженість повітря та ґрунту. Спостереження [103, 111] показали пряму залежність між урожаєм льону і кількістю опадів за вегетаційний період. В.С.Шевелуха [354] відмічає, що коливання вологості повітря в межах 50–100 % та інтенсивне сонячне освітлення не пригнічують ріст льону.

Жодна культура не потребує такого ретельного вивчення і постійного контролю за процесами росту, як льон-довгунець, тому що період найбільш інтенсивного росту, на думку В.С. Шевелухи, становить 10–16, а за даними інших авторів – 22–28 днів. Оптимізація умов середовища до початку ”критичного моменту” позитивно впливає на активізацію росту і формування врожаю волокна.

Наші багаторічні дослідження показали, що температурний фактор вдень і вночі є одним з основних елементів зовнішнього середовища, що безпосередньо впливає на ріст льону-довгунця (рис. 2.8, а–г).

У фазі “ялинка” ріст льону вночі відбувається при середньобогаторічній температурі повітря +6,8...+8,7 °С і становить 0,41–0,67 мм/год. Мінімальна швидкість росту відмічається о 9-ій годині і становить 0,05 мм/год. при температурі близько +12 °С. Ріст температури з 10 годин супроводжується і зростанням швидкості росту льону до 15 години, криві яких майже паралельні. Середньобогаторічна максимальна температура у фазі “ялинка” досягається о 15 годині і коливається в межах +19...+20 °С, а швидкість росту становить лише 0,58 мм/год.

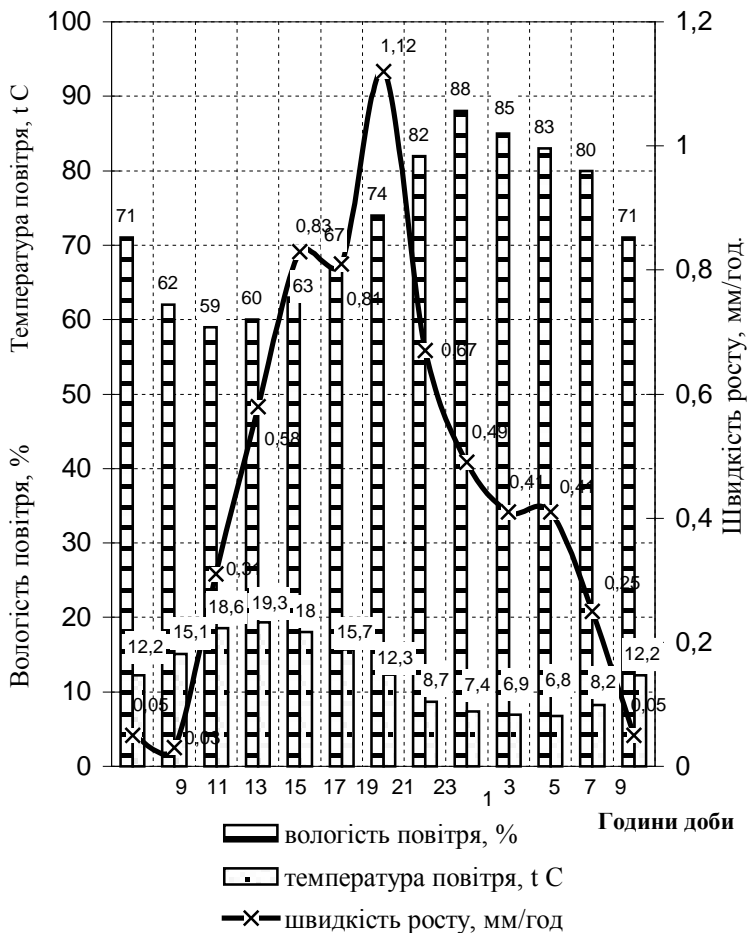


Рис. 2.8. а) Добова періодичність росту і метеорологічні фактори у фазі "ялинки" (середнє за 1982–1988 рр.)

Максимальна швидкість росту зареєстрована о 21-й годині при температурі повітря +12,3 °С. Температура о 9-й і 21-й годині майже співпадає, а показники швидкості росту льону протилежні. Тому ми схильні вважати, що температурний фактор не впливає безпосередньо на лінійну швидкість росту, а за

рахунок суми температур вдень відбуваються у рослині інші, ендогенні процеси.

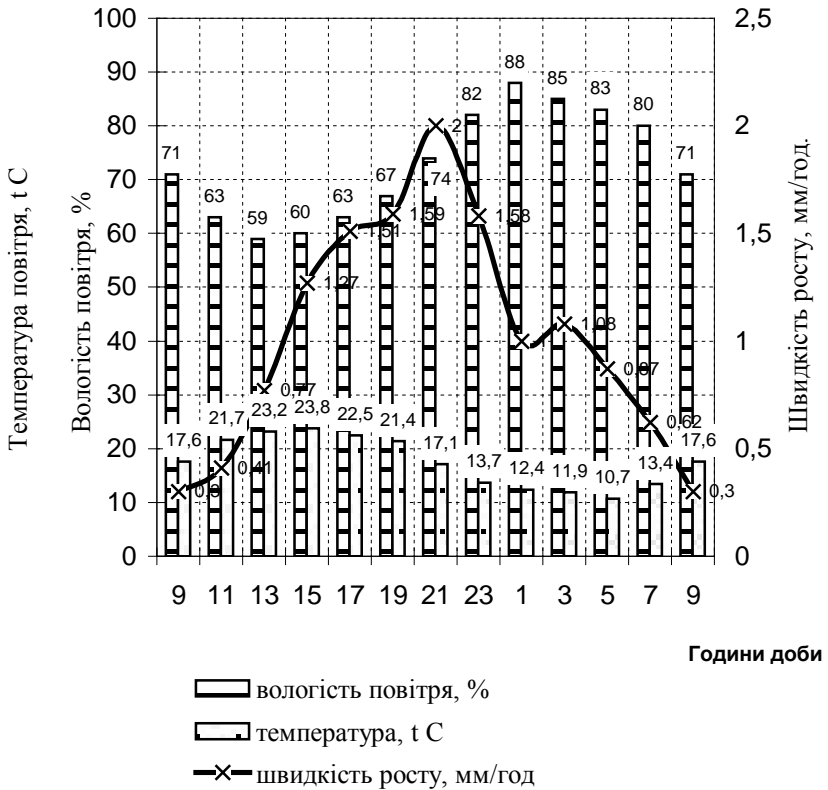


Рис. 2.8. б) Добова періодичність росту і метеорологічні фактори в період швидкого росту (середнє за 1982–1988 рр.)

В.С. Шевелуха [354] стверджує, що максимальні добові прирости льону у висоту досягали 3,5–3,8 см при середньодобовій температурі +18...+22 °C і припадали на період проходження льоном VII–VIII етапів органогенезу.

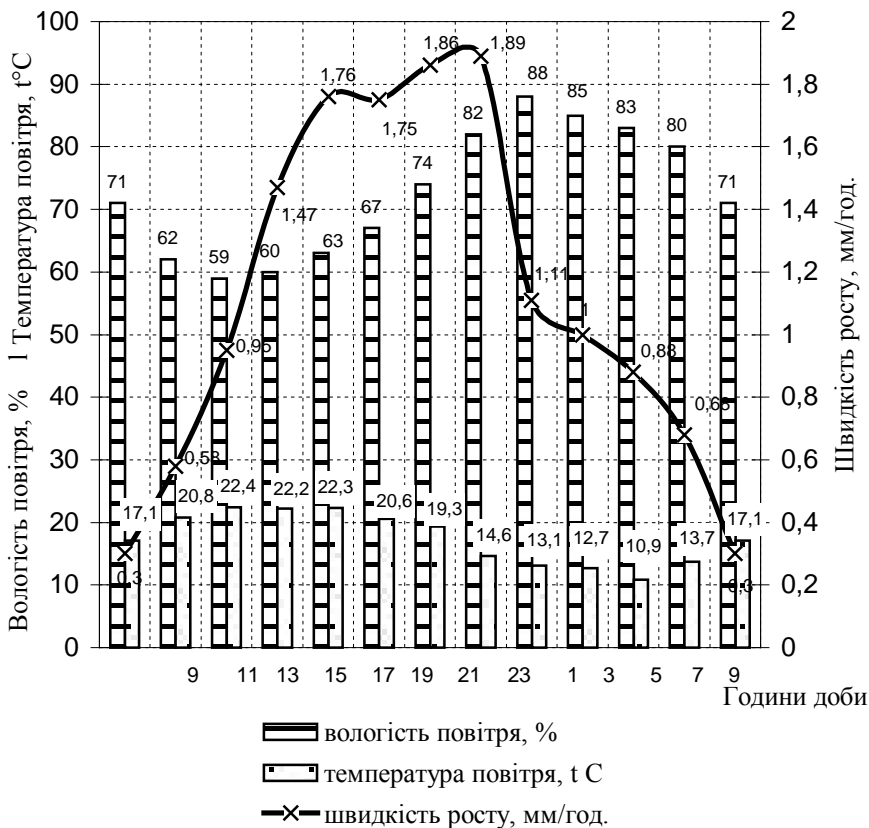


Рис. 2.8. в) Добова періодичність росту і метеорологічні фактори в фазу бутонізації (середнє 1982–1988 рр.)

За багаторічними даними наших досліджень на VI–VII-у етапах органогенезу (період швидкого росту) максимальна швидкість росту спостерігається о 21-й годині і становить біля 2 мм/год. при температурі повітря 17,1 °C, а мінімальна – о 9-й годині і становить 0,3–0,35 мм/год; температура повітря в ці години коливається в межах +7,1... +17,6 °C. Перед ранком, о 4 годині, швидкість росту становить 1,0–1,1 мм/год., а температура повітря – +10,7...+11,7 °C.

У фазі бутонізації (рис. 2.8,в) швидкість росту зростає з 9-ої до 17-ої години, а температура повітря піднімається з 17,1 до 22,3 °С. Впродовж денного періоду, з 11-ої до 17-ої години, температура повітря коливається у межах 20,8–22,4 °С, а показники швидкості росту в цей час зростають з 0,4 до 1,76 мм/год. З 17-ої до 23-ої години температура повітря з 22,3 °С зменшується до 14,6 °С, а швидкість росту коливається в межах 1,76–1,89 мм/год. Вночі температура повітря становить 14,6–10,9 °С, що відповідає швидкості росту 1,89–0,88 мм/год.

Максимальна температура повітря (біля +24 °С) припадає на 14 годину і відповідає швидкості росту 0,99 мм/год. Подальший ріст льону супроводжується спадом температури.

У фазі цвітіння (рис. 2.8, г) закономірності добової періодичності росту залишаються без змін. Показники швидкості росту протягом доби змінюються майже вдвічі. Максимальній швидкості росту о 21–22-ій годині відповідає температура повітря 17,9–16,6 °С. Показники температурного градієнту о 9–23-ій годині становлять 19,4–17,9 °С, а показники швидкості росту 0,03–0,93 мм/год. Оптимальна вологість, що відповідає максимальній швидкості, становить 75 %. На рис. 2.8, (а–г) видно, що криві добової швидкості росту і температурного фактору не співпадають і їх максимальні і мінімальні фази зміщені на декілька годин (5,5–6,5), тобто зберігається така ж закономірність, як і при надходженні активної радіації. Таким чином, погодинна швидкість росту впродовж доби, незалежно від температурного градієнту, зберігає генетичну швидкість росту в онтогенезі. Більш практичне значення мають показники погодних умов і росту протягом вегетації, по фазах і етапах органогенезу (табл. 2.2).

Середньодобове коливання швидкості росту у фазі “ялинка” знаходиться у межах 0,25–0,75 мм/год., температура повітря в цей час змінюється – +9,3...+14,9 °С і вологість – 71–86 %. Середньодобовій швидкості росту – 0,50 мм/год. – відповідає температура 13,3 °С і вологість 80 % з таким коливаннями: вночі – 0,61 мм/год., при температурі 8,5 °С вологість – 97 %; вдень – 0,48 мм/год., +13,8 °С та 85 % відповідно.

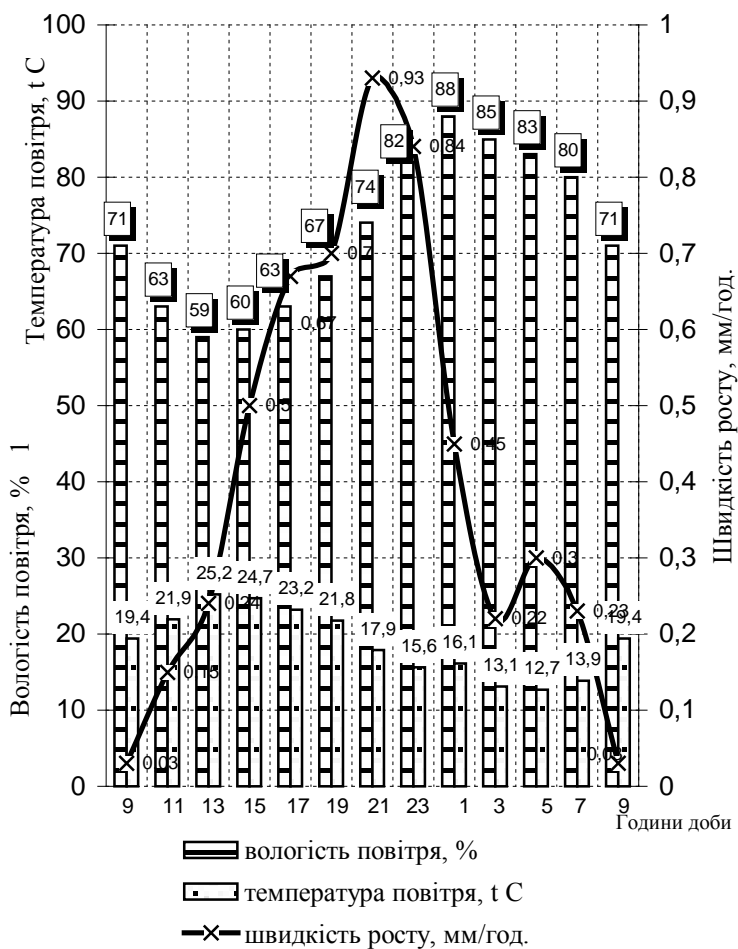


Рис. 2.8. з) Добова періодичність росту і метеорологічні фактори у фазі цвітіння (середнє 1982–1988 рр.)

Таблиця 2.2

**Добова періодичність росту залежно від
метеорологічних умов**

Роки	Ніч			День			Доба		
	швидкість росту, мм/год.	температура повітря, °С	вологість повітря, %	швидкість росту, мм/год.	температура повітря, °С	вологість повітря, %	швидкість росту, мм/год.	температура повітря, °С	вологість повітря, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Фази росту і розвитку									
<i>"Ялінка"</i>									
1982	0,42	9,8	95	0,17	14,1	73	0,25	13,4	81
1983	0,75	7,7	100,	0,51	17,6	74	0,59	14,5	86
1984	0,31	10,1	99	0,37	14,9	82	0,34	13,4	84
1985	0,90	3,3	94	0,63	12,3	79	0,75	9,3	8,1
1986	0,72	10,3	96	0,57	14,6	67	0,61	13,8	71
1987	0,40	10,0	94	0,34	14,5	72	0,39	13,0	79
1988	0,90	8,3	98	0,58	16,5	75	0,69	14,9	77
1989	0,50	8,5	97	0,30	16,2	77	0,39	14,0	79
М	0,61	8,5	97	0,43	13,8	75	0,5	13,3	80
m	0,08	0,82	0,80	0,06	0,58	1,62	0,06	0,61	1,61
<i>Період швидкого росту</i>									
1982	1,27	11,2	98	1,06	22	74	1,13	17,6	82
1983	1,21	12,9	100	1,09	21,9	73	1,13	18,9	80
1984	1,30	11,9	99	1,24	18,5	67	1,26	16,3	78
1985	1,44	12,0	97	1,50	20,0	72	1,48	14,1	83
1986	0,9	13,9	84	1,17	26,3	58	1,06	21,3	72
1987	1,25	13,1	86	1,25	19,0	69	1,25	16,9	76
1988	1,23	12,8	89	0,81	21,0	74	1,00	16,3	74
М	1,23	12,5	93	1,16	21,3	69,6	1,19	17,3	80
m	0,06	0,34	2,54	0,08	0,98	2,17	0,06	0,86	1,55
<i>Бутонізація</i>									
1982	1,51	15,1	97	1,20	17,9	72	1,33	18,2	82
1983	1,60	14,6	98	1,58	21,4	74	1,59	19,3	78
1984	1,27	9,6	99	1,31	15,1	63	1,29	13,3	75
1985	1,08	12,4	98	1,05	16,4	75	1,06	15,1	84

Закінчення таблиці 2.2

1986	0,48	19,9	87	0,72	29,3	59	0,63	22,0	6,9
1987	1,90	17,8	89	1,50	23,5	76	1,50	18,0	79
1988	1,19	17,7	92	1,25	24,1	77	1,18	18,0	78
М	1,22	15,7	94	1,19	13,2	71	1,07	18,4	78
m	0,17	1,33	1,84	0,11	1,89	2,64	0,12	1,06	1,84
<i>Цвітіння</i>									
1982	0,45	16,9	98	0,40	19,3	79	0,39	15,8	85
1983	0,51	15,6	99	0,39	22,4	80	0,41	2,3	86
1984	0,24	11,5	100	0,29	17,4	68	0,27	15,4	79
1985	0,37	14,1	99	0,31	21,7	71	0,39	19,1	81
1986	0,19	17,4	91	0,29	29,3	65	0,25	22,0	72
1987	0,57	15,2	92	0,55	21,3	72	0,56	19,2	79
1988	0,74	14,1	93	0,52	24,3	69	0,59	18,6	76
1989	0,86	14,7	90	0,49	24,6	73	0,64	19,2	77
М	0,5	14,9	95	0,4	22,5	72	0,43	18,7	79
m	0,08	0,65	1,46	0,04	1,28	1,84	0,05	2,15	1,63

Швидкість росту на V–VII і VIII етапах органогенезу коливається в межах 0,63–1,59 мм/год. при температурах +14,1...+23°C і вологості 69–83 %. Мінімальна швидкість росту 0,68 мм/год. була при температурі 22 °C і вологості 69 %, а максимальна – 1,59 мм/год., +19,3 °C і 78 %. Найбільша швидкість росту вночі становила 1,60 мм/год. при температурі повітря 14,6 °C і вологості – 98 %, а вдень – 1,58 мм/год., +21,4 °C і 74%. Відповідно цвітіння льону характеризується різким спадом лінійної швидкості росту, підвищенням денної температури і помірною вологістю. Так, середньодобова швидкість росту становить 0,43 мм/год. при температурі повітря +18,7 °C і відносній вологості 79 % з перепадом вдень – 0,4 мм/год за температури 20,5 °C і вночі – 0,5 мм/год. та t °C – 14,9 °C.

Щоб більш глибоко знайти зв'язок між кривими швидкості росту і температурами, розглянемо рисунок 2.9.

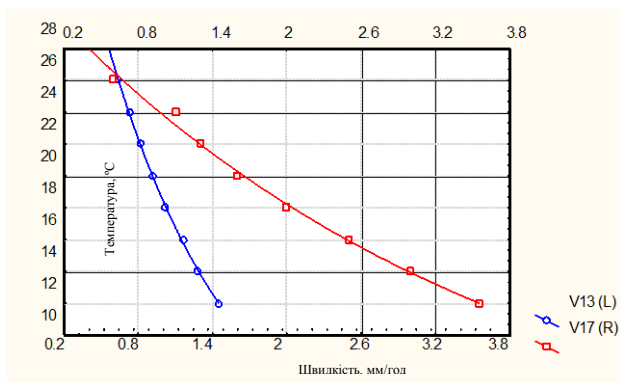
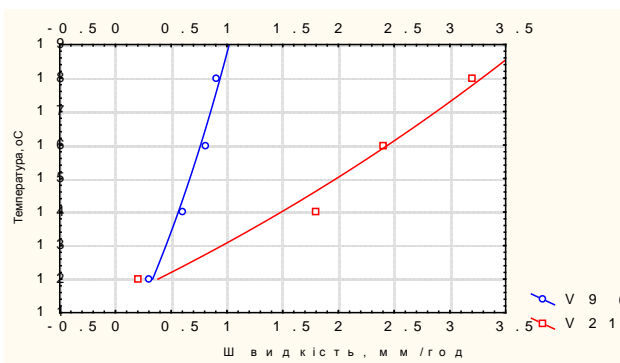


Рис.2.9. Залежність швидкості росту від температури повітря (період швидкого росту о 9 (V₉), 13 (V₁₃), 17-й (V₁₇) і 21-й (V₂₁) год.

Проте вдень підвищення температури повітря негативно впливає на швидкість росту. Починаючи з 18-ої години, і особливо о 21-ій, зниження температури повітря позитивно впливає на швидкість росту, що підтверджується високим коефіцієнтом кореляції (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Математичні моделі зв'язків швидкості росту льону, V , мм/год. від температури повітря, t , $^{\circ}\text{C}$; період швидкого росту.

Функція V –швидкість росту	Аргумент T –температура повітря	Модель	Коефіцієнт кореляції
V_9 – 9 годин	t_9 - 9 годин	$V_9 = -3,38 + 3,44 \log t_9$	0,51
V_{13} – 13 годин	t_{13} – 13годин	$V_{13} = 4,05 - 2,41 \log t_{13}$	-0,35
V_{17} – 17 годин	t_{17} – 17годин	$V_{17} = 12,81 - 8,58 \log t_{17}$	-0,62
V_{21} – 21 годин	t_{21} – 21годин	$V_{21} = 17,43 + 16,51 \log t_{21}$	0,85

При математичному аналізі зв'язків швидкості росту та температурного режиму виходить, що о 9-ій годині температура повітря майже не впливає на швидкість росту, спостерігається слабка залежність між цими факторами.

Температурні оптимуми у відповідні за формуванням продуктивності льону V –VIII етапи органогенезу становлять: о 9-й годині – $+16...+18^{\circ}\text{C}$, вдень – $+15...+17^{\circ}\text{C}$, ввечері о 21-ій годині – $+17...+21^{\circ}\text{C}$. Причому підвищення температури вдень $>20^{\circ}\text{C}$ пригнічує ріст. Рано і ввечері при $t < 15^{\circ}\text{C}$ швидкість росту не збільшується.

Залежність швидкості росту від відносної вологості повітря показана на рис. 2.10. З рисунку видно, що коливання вологості повітря вдень у межах 60 %–90 % позитивно впливають на швидкість росту льону. Тіснота зв'язку між швидкістю росту і вологістю повітря протягом денного часу коливається від високої ($\eta = 0,77 \pm 0,16$) до дуже високої ($\eta = 0,96 \pm 0,07$), з достатньою достовірністю (t Ст'юдента – 4,8–12,9, тобто >3). Відмічається збільшення тісноти зв'язку з 17-ої години і особливо у вечірні години у порівнянні з періодом високої сонячної інсоляції (таблиця 2.4).

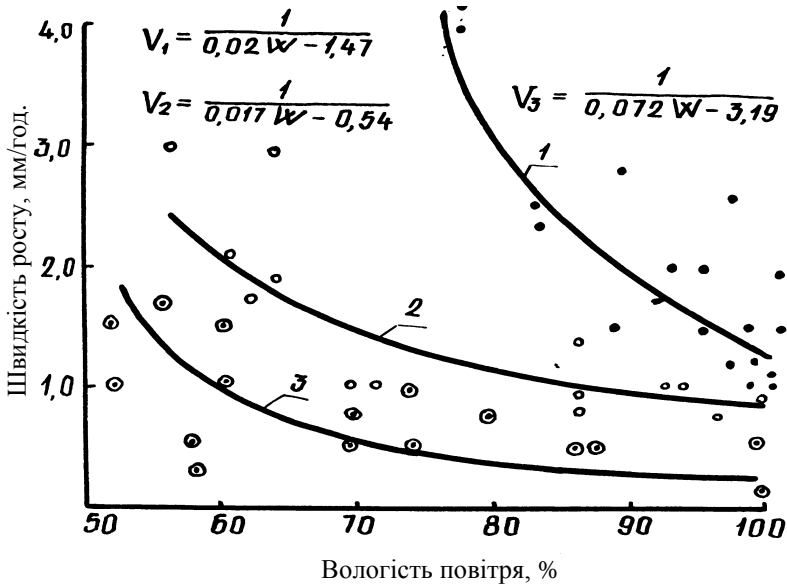


Рис. 2.10. Залежність добової швидкості росту від вологості повітря на VI–VIII етапах органогенезу (середнє за 1983–1985 рр.)
 (швидкість росту: 1– о 21-й годині; 2– о 17-й годині; 3– о 13-й годині)

Виявлені зв'язки добре апроксимуються залежностями гіперболічного вигляду, криві даних залежностей дозволяють виявити оптимуми зволоження повітря: у вечірні години він дорівнює 75 %–85 %. Збільшення вологості різко уповільнює швидкість росту. Лише о 9-й годині залежності швидкості росту від вологості повітря у період швидкого росту не виявлено, тіснота зв'язку дуже слабка – $\eta = 0,21 \pm 0,17$ з великою похибкою.

Важливою особливістю фотосинтетичної діяльності льону-довгунця є те, що поряд з листками, які активно поглинають вуглекислоту, інші хлорофілоносії: стебла і суцвіття, зелені коробочки – також беруть участь у процесах фотосинтезу.

Таблиця 2.4

Кореляційний зв'язок між швидкістю росту і вологістю повітря (період швидкого росту)

Години	Кореляційне відношення	Довірливий інтервал (помилка відношень, \pm)	Критерій Стьюдента (достовірність відношень)
9–00	0,21	0,17	4,88
13–00	0,77	0,16	4,84
17–00	0,83	0,15	5,54
21–00	0,96	0,07	12,9

2.4. Періодичність росту, фотосинтез та вуглеводний обмін

Проведено ряд наукових досліджень з вивчення фотосинтетичної діяльності окремих органів зернових культур, але вони часто суперечливі [379, 384]. Одні вчені вважають, що частина врожаю зерна (30–60 %) формується за рахунок фотосинтезу самого колоса, інші стверджують, що за рахунок дихання вдень і вночі втрачається маса сухого врожаю [412]. За даними Б.А. Митрофанова, Б.М. Гуляєва, М.А. Маковської [285], асимілянти колосків за період від їх появи до визрівання складають лише 5 % всіх асимілянтів, накопичених рослиною.

Нами були проведені спеціальні дослідження фотосинтезу листків, стебел і суцвіть льону-довгунця сорту Могильовський 2. Вимірювання проводили за допомогою спеціальних камер з плексиглазу, в яких розміщали по 10 рослин. В одній із камер у рослин видаляли всі листкові пластинки, у другій – знаходилися суцвіття без листків і у третій – цілі рослини. Окрім фотосинтезу, визначали вміст пігментів, які впливають на потенціально можливу інтенсивність фотосинтезу. У таблиці 2.5 показані дані динаміки питомого вмісту $p_{\text{хл}}$ (мг/г) і поверхневої щільності $\sigma_{\text{хл}}$ (г·дм²) хлорофілу (а + в) у різних органах льону-довгунця.

Таблиця 2.5

Питомий вміст ($P_{\text{хл}}$, мг·г) і поверхнева щільність ($\delta_{\text{хл}}$, г·дм²) від всього вмісту хлорофілу **a і **b** в різних органах рослин льону-довгунця в умовах 1984 року**

Органи рослин	Фази росту і розвитку							
	“ялинка”		бутонізація		цвітіння		рання жовта стиглість	
	$P_{\text{хл}}$	$\delta_{\text{хл}}$	$P_{\text{хл}}$	$\delta_{\text{хл}}$	$P_{\text{хл}}$	$\delta_{\text{хл}}$	$P_{\text{хл}}$	$\delta_{\text{хл}}$
Листки:								
верхні	1,7	2,7	2,05	2,58	1,83	2,3	0,94	1,01
нижні	0,89	2,7	1,38	1,74	0,72	1,15	-	-
Суцвіття	-	-	0,49	2,20	0,43	1,94	0,3	1,34
Стебло	0,36	1,65	0,32	0,93	0,25	0,81	-	-

У фазі ранньої жовтої стиглості листки на стеблах льону-довгунця відмирають до середини технічної довжини, а стебла в нижній частині жовтіють, тому і вміст хлорофілу в них різко падає. Те ж саме відбувається і в листках верхнього ярусу в міру їх старіння. Значення $\sigma_{\text{хл}}$ у стеблах суттєво змінюється за довжиною, слід відмітити, що в нижній частині стебел $\sigma_{\text{хл}}$ значно менше, ніж у верхній. Максимальна кількість хлорофілу у всіх органах рослин льону припадає на фазу бутонізації, в якій і відбувається формування волокна.

У фазі цвітіння ріст технічної довжини стебла уповільнюється та існує невеликий приріст квітконосної частини, у всіх органах якої ще міститься певна кількість хлорофілу.

Вміст хлорофілу визначає інтенсивність видимого фотосинтезу Φ (рис. 2.11). З рисунка 2.11 видно, що зв'язок між Φ і $\sigma_{\text{хл}}$ достатньо чіткий і криволінійний. При $\sigma_{\text{хл}} \geq 2$ мг·дм² крива досягає насиченості. При одній і тій же насиченості листки льону фотосинтезують майже у два рази інтенсивніше, ніж стебла.

Наведена залежність Φ від $\sigma_{\text{хл}}$ дозволяє отримати орієнтовну оцінку Φ за даними про вміст хлорофілу. При порівняльній оцінці різних органів льону-довгунця слід мати на увазі суттєву різницю радіаційних умов, в яких вони знаходяться.

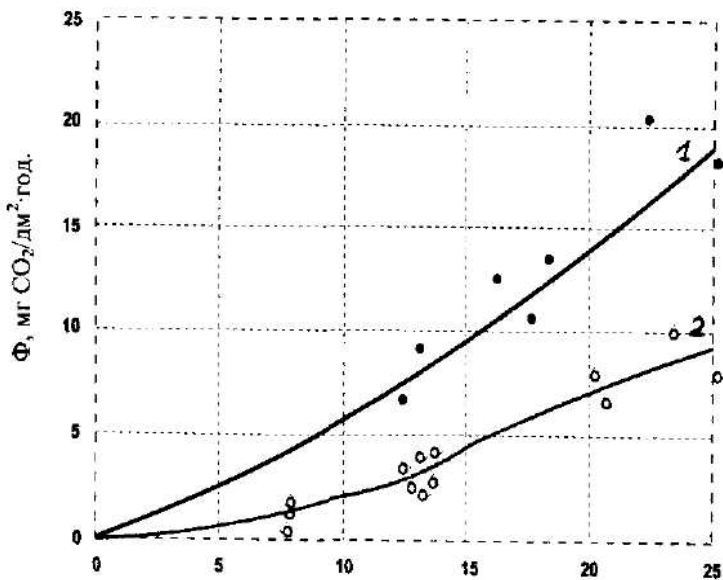


Рис.2.11. Залежність інтенсивності фотосинтезу від вмісту хлорофілу (1984 р.): 1 – листки, 2 – стебла.

Інтенсивність фотосинтезу верхніх листків, орієнтованих на сонце за період з 22.06 по 12.07 (VI–VIII етап органогенезу), зменшується на 28 %. Значно більше (до 40 %) зменшилась інтенсивність листків нижнього ярусу. Середнє значення Φ листків у посівах набагато менше, ніж у листків, орієнтованих на сонце, що пояснюється самозатінненням та їх природньою орієнтацією відносно сонячного випромінювання.

Інтенсивність фотосинтезу стебел у фазі ялинка невисока, а в наступних вона різко збільшується, особливо у верхній частині, де її значення Φ наближається до значення Φ нижніх листків.

Високі значення Φ стебел залишається і у фазі ранньої жовтої стиглості, коли фотосинтез листків практично відсутній. У

період вегетації, незважаючи на зменшення загальної площі листкової поверхні, збільшується фотосинтез стебел та суцвіття в цілому, і лише в кінці вегетації льону-довгунця спостерігається його різке зменшення.

З метою оцінки долі асимілянтів, (листків, стебел та суцвіть) нами були розраховані значення істинного фотосинтезу суцвіття Фс та посіву Фп (табл. 2.6). З даних таблиці 2.6 видно, що співвідношення цих величин позитивне впродовж формування волокна на VI–IX етапах органогенезу (5.06–12.07), а у фазі ранньої жовтої стиглості воно збільшується в бік квітконосних розгалужень та суцвіть. У фазах “ялинка“ та бутонізація питома вага активної фотосинтетичної діяльності листків становить 91–87 % синтезованої всією рослиною, решта – припадає на стебло.

Проте цей період становить біля 35 днів (із 90) за весь період вегетації. В такому випадку можна прийти до висновку про підвищену оцінку ролі суцвіть у фотосинтетичній діяльності посівів [379, 384].

Виходячи з наших досліджень, питома вага асимілянтів суцвіть за період від появи бутонів до визрівання коробочок коливається у межах 13–22 % всіх асимілянтів, сформованих рослиною.

Таблиця 2.6

Відношення добової продуктивності фотосинтезу органів рослин льону-довгунця до добової продуктивності посіву, % (1984 р.)

Органи рослин	Фази росту і розвитку				Середнє за періоди	
	“ялинка”	бутонізація	цвітіння	рання жовта стиглість	“ялинка” – бутонізація	цвітіння – рання жовта стиглість
листки	91	87	64	36	89	69
стебла	9	13	23	32	11	19
суцвіття	–	–	13	22	–	12
Фс/Фп	–	–	25	31	–	28

Отримані результати свідчать про значну роль нелисткових органів у фотосинтетичній продуктивності посівів льону-довгунця, що необхідно враховувати при вирощуванні його на насіння.

Порівнюючи попередні дані про хід добової періодичності росту льону з участю у процесах фотосинтезу нелисткової частини, можна з впевненістю стверджувати, що саме у період визрівання, при майже повному опаданні листків, різко скорочується асиміляція продуктів фотосинтезу і уповільнюється лінійна швидкість росту стебла, а незначний приріст ще відбувається за рахунок розгалуженої частини суцвіття.

Про характер залежності чистої продуктивності фотосинтезу від площі листків у посівах льону-довгунця і біологічних особливостей сортів йдеться в наукових роботах [40–42, 239]. За даними цих вчених, між загальною площею листків і врожайністю соломи існує прямий нерозривний зв'язок, коефіцієнт кореляції дорівнює $0,84 \pm 0,09$. Також відмічається, що зменшення сумарної площі листків компенсується збільшенням чистої продуктивності фотосинтезу.

Наші дослідження з приводу інтенсивності фотосинтезу рослинами льону-довгунця спрямовані на з'ясування питань добової періодичності росту. У зв'язку з відсутністю досліджень в цьому напрямку ми, на превеликий жаль, не можемо послатись на літературні джерела.

С.І. Лебедев [204] вказує, що при низьких температурах фотосинтез відносно низький, а з її підвищенням його інтенсивність зростає, досягаючи максимуму при $+25^{\circ} \dots +30^{\circ} \text{C}$. Подальше підвищення температури викликає депресію інтенсивності фотосинтезу і може привести до повного його уповільнення. Таке явище безпосередньо пов'язане з інтенсивністю освітлення. Ось чому при низьких інтенсивностях освітлення фотосинтез лімітується, головним чином, роботою фотохімічної системи світлових реакцій фотосинтезу, а при високих інтенсивностях світла – роботою ферментативних систем, для яких температура є одним із найактивніших факторів.

Виходячи з такого трактування, можна пояснити коливання інтенсивності фотосинтезу і швидкості росту в наших дослідженнях (табл. 2.7).

У період швидкого росту температура повітря вранці зростає до 15,2 °С, о 14-й годині досягає максимуму –23,7 °С і ввечері знижується до 17,1 °С. Майже в такій послідовності і відбувається асиміляція CO₂, яка досягає максимуму о 17-й годині при температурі 22,5 °С, при зростанні температури більше 23 °С інтенсивність фотосинтезу різко зменшується. Незалежно від показників температури і фотосинтезу, з 8-ої і до 21-ої години швидкість росту збільшується. У фазі бутонізації температура повітря вдень поступово зростає, досягаючи максимуму о 14-й годині і на вечір знов спадає.

Таблиця 2.7

Періодичність росту в залежності від інтенсивності фотосинтезу і температури повітря (1984р.)

Години	Фази росту і розвитку								
	період швидкого росту			бутонізація			цвітіння		
	інтенсивність, Ф мг·СО ₂ /дм ² ·год.	температура, °С	швидкість росту, мм/год.	інтенсивність, Ф мг·СО ₂ /дм ² ·год.	температура, °С	швидкість росту, мм/год.	інтенсивність, Ф мг·СО ₂ /дм ² ·год.	температура, °С	швидкість росту, мм/год.
8	4,9	15,2	0,87	5,2	15,1	0,34	3,6	16,0	0,21
10	21,9	20,0	0,36	43,5	18,4	0,57	33,0	19,9	0,27
14	8,9	23,7	1,21	42,8	22,6	1,49	37,0	25,2	0,31
17	41,1	22,5	1,89	49,0	22,3	1,08	40,0	23,2	0,29
21	9,5	17,1	2,08	14,0	19,3	1,38	11,3	17,9	0,43

Інтенсивність фотосинтезу о 8-й годині і о 21-й годині коливається в межах 5,2–14,0 мг·СО₂/дм²/год., а впродовж дня, з 10-ої до 17-ої години, асиміляція CO₂ різко зростає і становить 43,5–49,0 мг/дм²/год. (рис. 2.12).

Амплітуда коливань швидкості росту поступово зростає, досягаючи максимальної швидкості о 14-ій і 21-ій годинах. Фази максимальної швидкості росту та інтенсивності фотосинтезу впродовж дня не співпадають. У фазі цвітіння при відносно високій інтенсивності фотосинтезу і температурі повітря близькій до оптимальних швидкості росту різко зменшується.

З даних рис. 2.12. видно, що інтенсивність фотосинтезу змінюється в залежності від фаз розвитку. Необхідно відмітити, що при високій щільності розміщення листків на стеблах (період швидкого росту та фаза бутонізації) інтенсивність Φ на 10–20 мг CO_2 / дм^2 .год менша, ніж у період цвітіння, при опаданні і поживтінні листків нижнього ярусу.

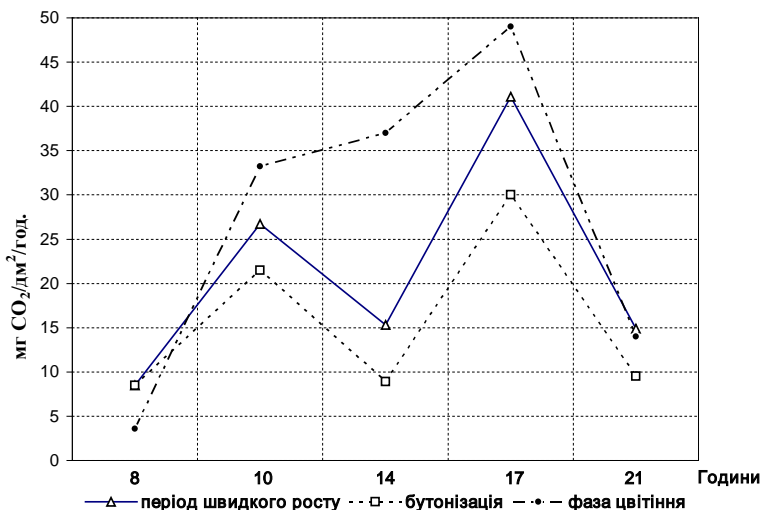


Рис. 2.12. Інтенсивність фотосинтезу (мг CO_2 на 1 дм^2 /год. 1984 р.)

Л.Л. Кошельова [192] відмічає, що у життєдіяльності рослин вуглеводам належить виключно важлива роль. Утворюючись у процесі темнових реакцій фотосинтезу, вони є похідним будівельним матеріалом всіх органічних з'єднань рослин, а цукри – головний їх ланцюг. Тому не випадково, що при вивченні особливостей життєдіяльності рослин в умовах постійного коливання

зовнішніх факторів характеристики вуглеводного обміну є чи не основними. Саме вони дозволяють більш глибоко проникнути в сутність змін внутрішніх процесів, які відбуваються в рослині, визначають в кінцевому результаті організацію цілої рослини [200–202]. Особливо це стосується льону-довгунця, де вуглеводи є основою утилітарної продукції та будови волокнистих речовин. Понад 80 % сухих речовин волокна представлені целюлозою, властивості якої глибоко описані в роботах [282, 334, 376].

Рослини льону надто чутливі і швидко реагують на зміну зовнішніх факторів формування вуглеводів, що, в свою чергу, впливає на особливості добової періодичності росту.

У літературних джерелах є велика кількість робіт, в яких розглянута динаміка формування вуглеводів у рослинах льону [237, 303, 376].

Мета наших досліджень полягає в тому, щоб з'ясувати залежність добової періодичності росту і динаміки накопичення цукрів за часом впродовж доби і за фазами росту й розвитку (табл. 2.8).

Таблиця 2.8

Динаміка добової періодичності росту і накопичення цукрів (1984 р.)

Години	Фази росту і розвитку							
	“ялинка”		період швидкого росту		бутонізація		цвітіння	
	швидкість росту, мм/год	цукри, %	швидкість росту, мм/год	цукри, %	швидкість росту, мм/год	цукри, %	швидкість росту, мм/год.	цукри, %
5	0,08	0,98	1,15	1,42	0,71	2,13	0,29	2,57
7	0,19	1,13	0,74	1,46	0,41	2,36	0,14	2,80
9	0,14	1,23	0,46	1,57	0,31	2,54	0,24	3,17
11	0,13	1,69	0,76	1,73	0,68	2,78	0,22	3,61
13	0,36	2,18	0,94	2,28	0,80	2,93	0,17	3,91
15	0,55	2,27	1,66	2,36	1,12	3,12	0,46	4,15
17	0,61	2,42	1,89	2,59	1,08	3,48	0,29	4,75
19	0,47	2,39	1,79	2,49	1,14	3,74	0,27	4,86
21	0,57	2,33	2,08	2,47	1,38	3,80	0,43	5,34

Динаміка накопичення цукрів за період вегетації характеризується зростанням їх з ранку до вечора з мінімальними показниками у фазі “ялинка” і періоді швидкого росту о 5-й і

максимальними – о 17-й годині, а в кінці фази бутонізації і цвітіння – о 19-й і 21-й годині. Швидкість росту поступово зростає у фазі “ялинка” і період швидкого росту з 5-ої години ранку і до 17-ої години, а у фазі бутонізації і цвітіння – о 21-й годині. Таким чином, криві ходу швидкості росту і накопичення цукрів майже співпадають.

Л.Л. Кошельова [192] у своїх дослідях вказувала на дві фази максимального накопичення цукрів: перша припадає на період швидкого росту, друга – на період визрівання. Інші автори у своїх дослідях не знаходять другої вершини накопичення цукрів. У наших дослідженнях спостерігається закономірний ріст накопичення цукрів від фази “ялинка” до цвітіння (рис. 2.13).

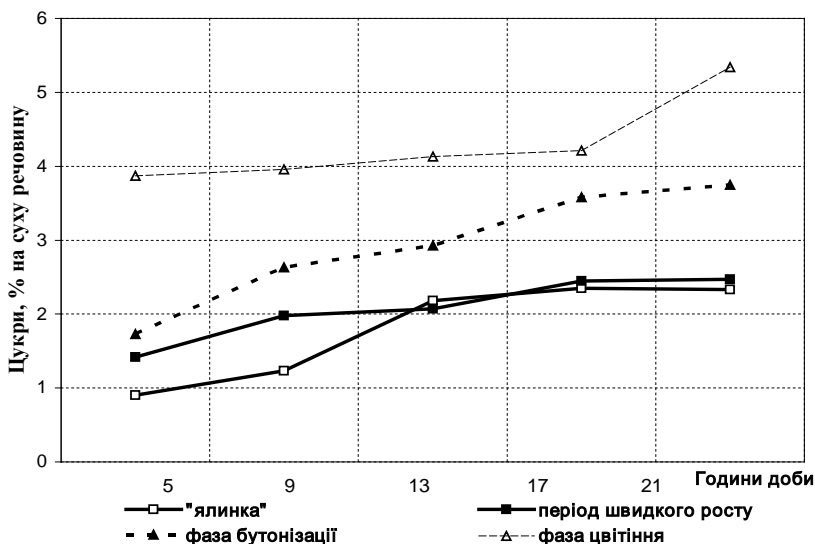


Рис. 2.13. Динаміка накопичення суми цукрів, % на суху речовину (1984 рік)

Проте швидкість росту повільно зростає від фази “ялинка” і досягає максимуму у період швидкого росту та бутонізації. Протягом світлового дня у цей період, з 5-ої і до 21-ої години, спостерігається накопичення кількості загальних цукрів, а прискорення лінійної швидкості росту льону починається з 9-ої години, і впродовж світлового періоду їх криві майже паралельні (рис. 2.14).

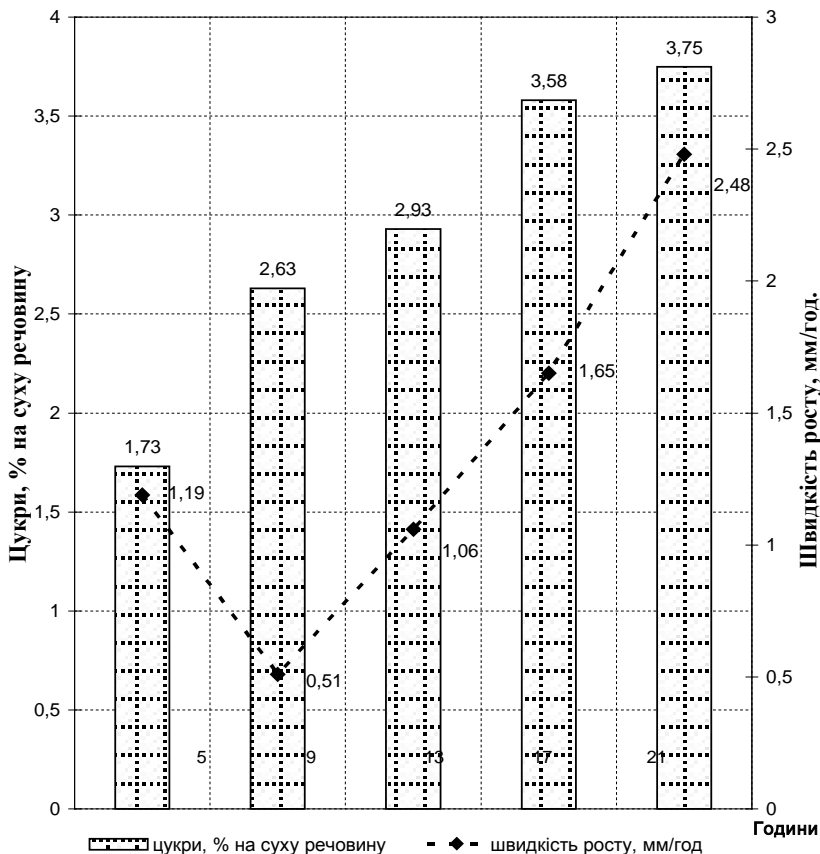


Рис. 2.14 . Добова періодичність росту льону і накопичення цукрів у фазу бутонізації (1984 рік)

У фазі цвітіння лінійний ріст стебла різко уповільнюється. Таке явище можна пояснити, на наш погляд, як швидке використання цукрів репродуктивними органами на формування коробочок і насіння. Виходячи з отриманих результатів вивчення добової періодизації росту льону-довгунця, можна зробити висновок про те, що на перших етапах органогенезу інтенсивність фотосинтезу листків складає біля 85 %, а у наступний

період зростає питома вага стебел і суцвіть. Крива максимальної інтенсивності фотосинтезу має дві вершини – о 10-й і 17-й годині – і не співпадає з кривою швидкості росту. Основним ендогенним фактором зростання швидкості росту льону протягом світлового дня слід вважати накопичення цукрів, які формуються у процесі фотосинтезу [132].

Корелятивний зв'язок швидкості росту і накопичення цукрів за період вегетації показано в табл. 2.9. З даних таблиці видно, що швидкість росту впродовж онтогенезу за фазами росту і розвитку залежить від вмісту та накопичення вуглеводів, це підтверджується високим показником коефіцієнта кореляції. Слід відмітити, що у фазі цвітіння більша кількість цукрів використовується на формування генеративних органів, а тому зв'язок між цими факторами слабкий.

На основі методу ауксанографії встановлено високу потенційну можливість льону-довгунця, а його ріст як показник інтегрованого метаболічного процесу досягає більше 60 мм/добу у період швидкого росту. Встановлені оптимальні показники добової швидкості росту: у фаз сходів приріст льону за добу становить 5,9 мм з максимальною швидкістю 1,0 мм/год. о 23-й годині; у фазі “ялинка” – відповідно 14,6 мм/добу та 1,5 мм/год. о 23-й годині; у період швидкого росту – 60,8 мм/добу та 4,7 мм/добу о 21-й годині; у фазі бутонізації ріст льону уповільнюється і його приріст за добу становить 26,8 мм, а швидкість – 2,0 мм/год. о 21-й годині, що пов'язано з використанням енергетичних ресурсів на формування генеративних органів; у період цвітіння та досягання добовий приріст становить 1,2–0,3 мм/добу.

В залежності від комплексу екзогенних факторів добова швидкість росту становить у хмарну та мінливу погоду 1,17–1,1 мм/год., сонячну – 0,82 мм/год.

Таблиця 2.9

**Математичні моделі зв'язків швидкості
росту льону (V , мм/год.) від вмісту цукру (Π , %)**

Функція (V- швидкість росту)	Аргумент (Π-вміст цукру)	Модель	Коефіцієнт кореляції
$V_{я}$ - фаза «ялинки»	$\Pi_{я}$ - фаза «ялинки»	$V_{я}=0,06+1,14 \log \Pi$	0,91
$V_{ш}$ - (період швидкого росту)	$\Pi_{ш}$ - період швидкого росту	$V_{ш}=1,0\Pi_{ш} - 0,76$	0,82
$V_{б}$ - фаза бутонізації	$\Pi_{б}$ - фаза бутонізації	$V_{б}=3,01 \log \Pi_{б}-$ $0,58 \log$	0,86
$V_{цв}$ - фаза цвітіння	$\Pi_{цв}$ - фаза цвітіння	$V_{цв}=0,04+0,06 \Pi_{цв}$	0,54

Синусоїдальні криві добової швидкості росту, припливу фотосинтетичної активної радіації, інтенсивності фотосинтезу та температурного градієнту не співпадають. Період між максимальними фазами абіотичних факторів і добової швидкості росту коливається в межах 4,5–6,5 годин; саме за цей період відбувається енергетична перебудова кінетичної енергії у потенційну, ось чому нами встановлено постійний і тісний зв'язок між ними, $\eta=0,91-0,86$.

Циркадний тип швидкості росту незалежно від освітлення доби залишається однаковим з невеликими погодинними коливаннями. Періодичність ритмів росту впродовж доби залишається постійною, це і є здатність льону-довгунця до вимірювання часу – “біологічні години”.

РОЗДІЛ 3

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

За останні роки в багатьох країнах, а також в Україні, все більшого поширення набуває мінімалізація обробітку ґрунту. Суть її полягає в тому, що при обробітку ґрунту скорочується кількість проходів, зменшуються трудові витрати, пов'язані з глибиною розпушування, поєднуються декілька ґрунтооброблюючих операцій в одну із застосуванням складних, комбінованих, широкозахватних агрегатів.

Принцип безполицевого обробітку знайшов наукове обґрунтування і широку практичну реалізацію в умовах сухо-степового землеробства Північного Казахстану [38, 157], використовується в окремих господарствах південних та південно-східних областей України [3, 101, 375], центральних районах [241]. В останні роки ареал застосування безполицевого обробітку розширюється в Нечорноземній зоні Росії, Поліссі Білорусі та України.

Вчені Нечорноземної зони Росії стверджують, що багаторічне застосування плоскорізного та поверхневого обробітку в поєднанні з внесенням гербіцидів підвищує урожайність сільськогосподарських культур. Але А.І. Пупонін [273] рекомендує, що більш правильно застосовувати диференційований обробіток, який включає чергування оранки, дискування та періодичного чизелювання.

Вчені БілНДІЗ вважають, що на легких дерново-підзолистих ґрунтах перевага залишається за плоскорізним обробітком ґрунту [98].

Довготривалі дослідження на дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся [145, 331] дали змогу зробити висновок про те, що застосування різноглибинного плоскорізного обробітку не призводить до зниження врожайності, не зумовлює ріст забур'яненості посівів і забезпечує скорочення часу і затрат у 2 рази.

Роботи В.Н. Євмінова і ін. [146] з вивчення безполицевого обробітку в умовах Центрального Полісся показують, що застосування гербіцидів дає можливість переглянути думку про обробіток ґрунту під льон-довгунець. Основним фактором, що

стримує впровадження безполицевого обробітку, є збільшення забур'яненості [83, 146, 190, 221, 339].

Проте зустрічаються публікації про негативний вплив плоскорізного обробітку на урожайність культур. М.В. Бірюков [57] стверджує, що врожайність озимої пшениці при щорічному застосуванні плоскорізного та дискового обробітків на дерново-середньопідзолистих супіщаних ґрунтах знижується.

Така суперечливість поглядів на застосування безполицевого обробітку залежить, мабуть, від методичних підходів. Завдання полягає в тому, щоб не механічно переносити розроблені технології або окремі операції з однієї агрокліматичної зони в іншу, наприклад, з умов Північного Казахстану, українського степу в зону Полісся, а розробити таку технологію, яка б забезпечувала управління динамікою накопичення і трансформації поживних решток на поверхні ґрунту з урахуванням розвитку і глибини залягання основної маси кореневої системи льону.

Узагальнюючи результати досліджень Волинської сільськогосподарської дослідної станції [258, 259, 262, 307–310], рекомендовано застосувати безполицевий обробіток ґрунту під різні сільськогосподарські культури з найбільш доцільною глибиною: під ярі зернові та льон-довгунець 18–20 см, під картоплю 20–22 см, кукурудзу 23–25 см, кормові буряки 28–30 см.

В.П. Стрельченко [308] особливу увагу звертає на суттєвий елемент ґрунтозахисних технологій підготовки ґрунту в умовах Полісся – поживне розпушування на глибину 10–12 см, яке виконується агрегатом, що складається з плоскоріза КПП-2,2 та голчатої борони БГ-3. Ця операція дозволяє успішно боротися з бур'янами.

Розроблена ґрунтозахисна, плоскорізна, напівпарова система обробітку ґрунту притягує велику кількість витрат паливно-мастильних матеріалів і збільшення кількості проходів агрегатів по полю:

1) поживне плоскорізне розпушування на глибину 10–12 см з одночасним обробітком голчатою бороною БГ-3;

2) культивация КПС – 3,8 або КПС – 4 на глибину 8–10 см та 10–12 см для знищення проростаючих бур'янів;

3) основний обробіток, що виконується плоскорізом на глибину 18–20 см;

4) внесення фосфорно-калійних добрив.

Така схема обробітку має велику енергоємність, що в конкретних нестабільних умовах економічного розвитку України не може бути застосована.

3.1 Вплив основного обробітку ґрунту на гранулометричні властивості, вологозабезпеченість та добову періодичність росту

Щільність ґрунту є інтегрованим показником його аграфічного стану та оцінці придатності для вирощування сільськогосподарських культур, оскільки визначає характер та інтенсивність біологічних процесів, які, на думку вчених І.Б. Ревут [280], А.Д. Вороніна [84], суттєво впливають на основні фактори життя рослин. За даними В.І.Кузнецова [198] А.І. Пупоніна [273], для більшості культур значення оптимальної щільності ґрунту знаходяться в межах $1,0\text{--}1,3\text{ г/см}^3$, а для зернових на піщаних та супіщаних ґрунтах, як вказують А.І. Пупонін [274], В.Е. Явтушенко [374], Sushkevics [410], Vogen [413], – у межах $1,36\text{--}1,66\text{ г/см}^3$.

У поліській зоні України найбільше поширенні дерново-підзолисті глинисто-піщані та супіщані відміни з морфологічними ознаками оглеєння. Такі ґрунти після механічного обробітку відновлюють щільність ґрунту за дуже короткий період, і вона може досягати $1,56\text{--}1,65\text{ г/см}^3$. На перезволожених ґрунтах щільність ґрунту є головним фактором, що обмежує урожайність більшості культур.

А.Д. Воронін [85] підкреслює, що управління фізичними властивостями ґрунту у відповідності з особливостями агроценозів означає розробку економічних і еколого-технологічних процесів виробництва сільськогосподарської продукції, основу яких складають способи і системи обробітку ґрунту.

В.В. Медведєв [226], вивчаючи принципи деградації чорноземів, вказував на те, що несприятливі зміни обумовлюються постійною оранкою. При розорюванні лише 15 % зменшується кількість агрономічно цінних агрегатів, погіршується водопроникність більше ніж у два рази, втрати органічної речовини становлять біля 40 %. При розорюванні дерново-підзолистих ґрунтів, за

даними П.М. Сапожнікова [164], мають місце аналогічні явища. Проблема переущільнення переважаючих в зоні Полісся легких за гранулометричним складом ґрунтів посилюється їх слабкою гумусністю. Х.П. Аллен [5] підкреслює те, що загроза переущільнення легких ґрунтів настає при вмісті гумусу більше 20 %. Про підвищення щільності еродованих дерново-підзолистих ґрунтів Литви і Беларусі вказують А.І. Шведас [345] і В.В. Жилко [154, 155].

І.Г. Зінченко [159], посилаючись на дослідження ВНДІЗГ, проведені на чорноземах і темно-каштанових ґрунтах Північного Казахстану, стверджує, що плоскорізний обробіток має позитивний вплив на агрофізичний стан. При цьому щільність ґрунту не виходить за межі оптимальних показників для зернових і просяних культур. До такого висновку прийшли багато інших вчених європейської частини СНД: В.М. Круть, Н.Ф. Бенедичук [196], І.Ф. Дзюбинський [114]. А.Г. Тараріко [316] вважає, що на схилі землях Лісостепу України можна досягнути оптимальної будови орного шару шляхом мінімального його перемішування при виконанні основного обробітку підризуванням без обертання скиби, такої думки дотримується і А.М. Гордєєв і інші [278].

У зоні Полісся України В.П. Стрельченко [307] вперше теоретично обґрунтував і довів, що плоскорізний обробіток ґрунту забезпечує в шарі ґрунту 0–10 см оптимальне значення щільності ґрунту в порівнянні з полицевою оранкою. Разом з тим, питання про безполицевий обробіток ґрунту із застосуванням дискових знарядь недостатньо вивчене, а питання про вплив безполицевого розпушування на добову періодичність і швидкість росту льону-довгунця взагалі залишається відкритим.

В агроекологічному тестуванні розроблених нами способів обробітку ґрунту під льон-довгунець поряд з іншими властивостями велика увага приділялась щільності поверхневого шару ґрунту. У таблиці 3.1 подані узагальнені результати спостережень в залежності від типу і механічного складу ґрунту.

Таблиця 3.1

Щільність ґрунту залежно від типу і способів обробітку, г/см³

Обробіток ґрунту на глибину, см	Глибина, см	Строки спостережень				
		після обробітку ґрунту восени	перед посівом	сходи	бутонізація	рання жовта стиглість
<i>Дерново-середньопідзолисті оглеєно-супіщані (1981–1985 рр.)</i>						
О20–22	0–10	1,40	1,40	1,47	1,31	1,39
	10–20	1,54	1,60	1,61	1,38	1,50
Д10–12	0–10	1,29	1,35	1,38	1,18	1,37
	10–20	1,38	1,50	1,53	1,38	1,42
<i>Сірі лісові легкосуглинкові (1990–1998рр.)</i>						
О20–22	0–10	1,16	1,39	1,17	1,18	1,18
	10–20	1,24	1,32	1,28	1,24	1,25
Д10–12	0–10	1,02	1,32	1,18	1,19	1,21
	10–20	1,10	1,30	1,20	1,23	1,24
П20–22	0–10	1,18	1,34	1,16	1,17	1,17
	10–20	1,12	1,36	1,25	1,24	1,25

З даних таблиці 3.1 видно, що щільність дерново-середньопідзолистих оглеєно-супіщаних ґрунтів вища за показники сірих лісових легкосуглинкових ґрунтів. Спостерігається, що загальною особливістю цих ґрунтів є зміна показників щільності ґрунту в бік збільшення в напрямку: обробіток ґрунту восени – перед посівом – сходами.

Саме цей період (біля семи місяців) визначає основну мобілізацію резервів родючості, дає можливість більше накопичувати вологу, знижувати застійні процеси при перезволоженні.

Але за такий тривалий період відбувається природне ущільнення (опади у зимово-весняний період, природне складання) ґрунту. Таке явище відмітили на всіх варіантах дослідів і особливо на глибині 10–20 см при оранці і дискуваннях. Використання у зяблевій технології безполицевого обробітку ґрунту за типом напівпару забезпечує збільшення періоду стабільного розцильнення до весни, а також дозволяє уникнути нерозцильнення ґрунту в кореновому, поверхневому шарі ґрунту. Проте на глибині 10–20 см щільність різко збільшується за рахунок багаторазових проходів сільськогосподарських агрегатів по полю. Для цього необхідно реалізувати принцип наростання збільшення глибини рихлення при виконанні операцій, які входять в технологічний процес напівпарового обробітку ґрунту. Застосування дискових знарядь і плоскорізів повністю вирішує це завдання. Так, на дерново-середньопідзолистому ґрунті застосування дискових знарядь при основному обробітку ґрунту знизило його щільність восени в шарі 0–10 см на 0,11, а на глибині 10–20 см – на 0,16 г/см³. Така ж закономірність спостерігається і в шарі 10–20 см. На сірих ґрунтах ще кращі результати отримані при плоскорізнному обробітку. За рахунок передпосівної підготовки дерново-середньопідзолистого оглеєно-супіщаного ґрунту (боронування, внесення мінеральних добрив, культивування з боронуванням, вирівнювання і коткування) щільність на всіх варіантах дослідів збільшилася, і такою вона залишилася у період повних сходів. Проте на сірих легкосуглинкових ґрунтах у фазі сходів щільність зменшилася й оптимальною вона залишалась при безполицевому обробітку. Протягом всього вегетаційного періоду оптимальна щільність спостерігалася на сірих суглинкових ґрунтах, а на дерново-середньопідзолистому оглеєному ґрунті кращі умови росту і розвитку кореневої системи склалися на глибині 0–10 см при застосуванні дискування. Необхідно відмітити, що за весь період від обробітку і до збирання врожаю щільність дерново-середньопідзолистому ґрунту при дискуванні на глибині 10–20

см була вищою у порівнянні з плоскорізним рихленням сірих ґрунтів.

Роль гумусу в створенні структури та щільності ґрунту загальновідома. Встановивши функціональну залежність між гумусом і щільністю, В.М. Сорочкін [302] показав, що рівноважна щільність, і фізична окультуреність дерново-підзолистих ґрунтів можуть діагностуватись за вмістом гумусу, при цьому має місце позитивна дія кореневої системи рослин на розпушування ґрунту. В.П. Стрельченко [307, 308] прийшов до висновку, що для забезпечення діапазону щільності 1,04–1,30 г/см³ потрібно мати за шарами 0–10 см і 10–20 см при традиційній підготовці ґрунту відповідно 11,2–27,1 і 14,5–28,0 т/га, а при ґрунтозахисній на базі плоскорізного розпушування – 10,6–27,5 і 15–30 т/га рослинних решток.

Вологозабезпеченість посіву. Обробіток ґрунту повинен не тільки оптимізувати щільність, а й забезпечити скидання надлишку вологи з поверхневого шару за рахунок збільшення водопроникненості ґрунту. У дослідях на дерново-підзолистих середньо-суглинкових ґрунтах П.М. Попов та інші [262] відмічали зниження водопроникненості з 1,55 до 0,01 мм/хв. при зміні об'ємної маси ґрунту з 1,00 до 1,4 г/см³.

Дослідженнями В.М. Сорочкіна [302], виконаними на різних ґрунтах суглинистого гранулометричного складу, встановлено, що їх інфільтраційна здатність визначається показниками фізичних властивостей. Серед останніх за значенням коефіцієнтів кореляції першорядну роль відіграють щільність складання, загальна шпаруватість, аерація, вміст гумусу та водотривких агрегатів більших за 0,25 мм, максимальна гігроскопічність визначена у відсотках до ваги ґрунту.

На зв'язок фізичних властивостей орного шару чорноземів степової зони України з швидкістю поглинання вологи вказують П.А. Гаврік та Д. І. Назарова [88].

Л.П. Ковтун та І.І. Глаголева [188] на основі побудови лінійних регресивних моделей водопроникності чорноземів південних,

темно-каштанових ґрунтів, солонців прийшли до висновку, що водопроникність великопилювато-важкосуглинкових відмін визначається в поєднанні з іншими факторіальними ознаками (розпиленість та глибистість), а також щільністю складання орного шару при вихідній його вологості або шпаруватістю аерації. Водопроникність піщано-легкосуглинкових ґрунтів залежала, перш за все, від шпаруватості, аерації і вмісту водотривких агрегатів.

Особлива роль відводиться мульчуванню поверхні поля рослинними рештками. Наявність мульчі в кількості 2–3 т/га повністю попереджує поверхневий стік при об'ємі опадів до 25 мм, ґрунт при цьому в певній мірі зазнає ущільнення – О.І.Бараєв, [39]; М.М. Ломакін, В.М. Кочедиков [214]; N. Sidiras і інші [407].

Н.Ф. Созикін [299] показав, що витрати води при дощуванні площадки, розташованої на варіанті “ґрунт з підстилкою”, складали 272,3 мм/рік (100 %), а на варіанті “ґрунт без підстилки” лише 74,6 мм/рік (27 %). Розпушування оголеного ґрунту без обертання скиби і наступні боронування знизили водопроникність до 69,4 мм/рік (26 %). Найменшою витрата води виявилась при розпушуванні оглеєного ґрунту з обертанням скиби і наступним боронуванням – 31,1 мм/рік, або 13 % від контрольного варіанту.

У роботах Т.С. Мальцева [222, 223]; Ф.Т. Моргуна та М.К. Шикуди [240] особливо виділяється думка про те, що обробіток ґрунту і розпушування моделюють умови природного ґрунтоутворювального процесу, сприяють поліпшенню його водноповітряного режиму.

Результати проведення багаторічних досліджень динаміки водопроникності дерново-середньопідзолистих сушіаних ґрунтів відповідають висновкам цитованих вище авторів [307].

Проведені нами дослідження щодо водопроникності ґрунту впродовж вегетації льону-довгунця показані у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Залежність водопроникненості від типу і обробітку ґрунту, мм/хв.

Обробіток ґрунту	Сходи						Бутонізація						Рання жовта стиглість					
	хвилини																	
	5	5	10	10	15	15	5	5	10	10	15	15	5	5	10	10	15	15
<i>Дерново-середньопідзолісті оглеєні супіщані ґрунти (1982–1985 рр.)</i>																		
O20–22	1,18	0,36	0,19	0,20	0,13	0,15	1,36	0,73	0,56	0,39	0,31	0,34	0,44	0,41	0,37	0,29	0,22	0,23
Д10–12	1,09	0,38	0,21	0,22	0,14	0,14	1,29	0,71	0,57	0,41	0,30	0,39	0,42	0,41	0,37	0,26	0,21	0,22
<i>Сірі лісові легкосуглинкові (1990–1995 рр.)</i>																		
O20–22	1,67	0,54	0,33	0,38	0,20	0,23	2,61	1,22	0,65	0,43	0,38	0,35	0,30	0,26	0,25	0,25	0,36	0,38
Д10–12	1,58	0,68	0,31	0,39	0,19	0,21	2,18	1,01	0,51	0,30	0,26	0,22	0,19	0,17	0,18	0,19	0,27	0,26
П20–22	1,89	0,81	0,45	0,51	0,31	0,37	2,84	1,39	0,98	0,60	0,50	0,44	0,32	0,29	0,28	0,29	0,34	0,26

Як видно з даних таблиці 3.2, показники водопроникненості ґрунтів співпадають з висновками дослідників, згаданих в літературному огляді.

Інфільтрація вологи на сірих лісових легкосуглинкових ґрунтах дещо більша в порівнянні з оглєсеними дерново-підзолистими супіщаними ґрунтами. При цьому суттєвою перевагою відрізняються прийоми, де застосовувалось плоскорізне рихлення ґрунту на глибину 20–22 сантиметри, особливо в перші хвилини досліду. Приблизно через одну годину водопроникність стабілізується і переходить у фазі інфільтрації. Мілке рихлення ґрунту із застосуванням дискових борін має такі ж показники, як і на оранці, це пов'язано з деяким збільшенням щільності шару ґрунту на глибині 10–20 сантиметрів. У фазі бутонізації спочатку проходить інтенсивна фільтрація води в шарі ґрунту 0–10 і 10–20 сантиметрів і на початок цвітіння досягає сталого рівня, кращі показники отримані на сірих лісових ґрунтах при плоскорізному обробітку.

Вологозапаси. Проведені широкомасштабні дослідження в різних за кліматично-географічними умовами країнах СНД з питань накопичення вологи в ґрунті вказують на позитивну роль безполицевих способів обробітку ґрунту. Загальноприйнятою думкою щодо зниження вологозберігаючого ефекту безполицевого обробітку ґрунту є напрямок від Північного Казахстану, Сибіру до європейської частини Росії, України, Білорусії [38, 98, 99, 153, 158, 186, 263, 273].

У дослідах з кукурудзою і ячменем плоскорізний обробіток забезпечує збільшення весняних запасів вологи в порівнянні з оранкою на 7,9–11,5 %. А.Г. Тараріко [316] вважає, що максимальне накопичення вологи має місце при мілкому плоскорізному обробітку ґрунту в поєднанні з ущільненням.

А.І. Пупонін [274] в результаті 10-річних досліджень, проведених в умовах Нечорноземної зони Росії, прийшов до

висновку, що застосування м'якого основного обробітку дерново-підзолистого суглинистого ґрунту не погіршувало волого забезпеченість озимої пшениці, порівняно з оранкою, а виявило позитивну роль чизельного зябу.

Згідно з розробленою системою ведення сільського господарства БРСР [298] та досліджень Б.І. Діброва [123] територія Полісся характеризується помірно-вологим кліматом з посушливими роками періодичністю 1 раз на 10 років. Разом з тим, М.Г. Галченко [90] відмічає, що на Поліссі мають місце посушливі періоди протягом 10–15 днів без опадів або з опадами менше 5 мм за добу. Саме таке становище призводить до підпалювання льону, особливо в короткий період швидкого росту. У роки перезволоження, навпаки, плоскорізний обробіток із залишками стерні на поверхні ґрунту викликає загрозу перезволоження поверхневого шару ґрунту і затримує проведення весняно-польових робіт. Ось чому, вважає Б.Г. Розанов [284], недооцінка водного режиму дерново-підзолистих ґрунтів лімітує їх родючість не в меншій мірі, ніж висока кислотність та недостатність елементів живлення тощо.

Аналіз результатів наших досліджень за динамікою запасів вологи в шарі ґрунту 0–50 і 0–100 см протягом 1982–1985 і 1990–1998 років показав велику різницю їх водно-фізичних властивостей (табл. 3.3).

Максимальною вологістю та стабільністю запасів вологи характеризуються сірі легкосуглинкові ґрунти. Значна кількість дерново-підзолистих ґрунтів виступає як більш суттєвий фактор динамічності запасів вологи.

Таблиця 3.3

**Середні запаси продуктивної вологи залежно від способу
обробітку ґрунту (мм)**

Обробіток	Глибина, см	Після обробітку ґрунту, восени	Перед посівом	Фази росту і розвитку		
				сходи	бутонізація	рання жовта стиглість
<i>Дерново-середньопідзолисті оглеєно-супіщані (1982–1985 рр.)</i>						
О 20–22	0–50	75	104	87	61	71
	0–100	135	188	179	132	133
Д 10–12	0–50	73	111	98	71	70
	0–100	154	201	186	151	149
<i>Сірі лісові легкосуглинкові (1990–1998рр.)</i>						
О 20–22	0–50	139	154	136	128	119
	0–100	281	304	284	260	235
Д 10–12	0–50	140	148	136	124	118
	0–100	283	288	270	234	229
П 20–22	0–50	141	149	173	161	150
	0–100	287	289	274	255	231

Такі запаси вологи в сірих лісових ґрунтах забезпечують високу продуктивність льону-довгунця та гарантують отримання високих і стабільних врожаїв протягом всього періоду вегетації й особливо у фазі бутонізації. Безполицеві способи обробітку ґрунту не зменшують вміст продуктивної вологи в півметровому шарі ґрунту, де в основному розміщена коренева система, оптимальний вміст її забезпечує плоскорізний обробіток ґрунту. За рахунок зимово-весняних опадів максимальні запаси вологи на всіх варіантах дослідів формувались навесні, до посіву льону. Помітне зниження вологозапасів відмічається у період сходи – “ялинка” і досягає мінімальних показників у фазі бутонізації. При оптимальній кількості атмосферних опадів або при їх зменшенні проявляється деяка перевага безполицевого обробітку ґрунту.

Передпосівний обробіток передбачає ранньовесняне рихлення, передпосівну культивуацію, вирівнювання і ущільнення поверхні; за рахунок такої технології підготовки ґрунту вологість поверхневого шару вирівнюється (табл. 3.4).

Перед посівом і до фази “ялинка” вологість ґрунту у поверхневому шарі не змінювалась, а оптимальні умови для росту льону на варіантах безполицевого обробітку ґрунту були створені у фазі бутонізації.

У роботах Л.Д. Фоменко [329]; Л.Д. Фоменко, М.Д. Науменко [330] є попередження про те, що на дерново-слабопідзолистому глинисто-піщаному ґрунті з поверхневим оглеєнням не можна допускати полицевий обробіток більше ніж на глибину 16–18 см, а краще застосувати рихлення без обертання з тим, щоб на поверхні ґрунту не утворювався неокультурений шар разом із закисним залізом, рухомим алюмінієм та іншими токсичними для льону речовинами.

Пізніше В.П. Стрельченко [307, 308]; В.П. Стрельченко, А.А. Орлянський, Н.І. Кожушко [310]; Н.С. Чернілевський [338 – 340]; В.Г. Дідора, В.І. Семченко [133] у багаторічних дослідях на дерново-слабопідзолистих оглено-супіщаних ґрунтах показали, що безполицевий обробіток за своїми властивостями не поступається полицевому [47,475, 477, 521–523].

Таблиця 3.4

Вологість ґрунту залежно від способів обробітку, %

Глибина, см	Перед посіво м	О 20–22				Д 10–12				П 20–22			
		* 1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<i>Дерново-середньопідзолистій оглеєно-супіщаний (1982–1986 рр.)</i>													
0–10	15,3	15,5	15,5	16,6	16,2	14,9	16,2	18,0	18,0	16,6	16,2	17,4	18,5
10–20	15,2	15,6	16,1	16,8	17,3	15,9	17,3	17,5	17,5	16,8	16,4	17,8	18,7
20–30	16,2	16,1	16,5	17,5	18,1	15,8	17,0	18,7	18,4	16,9	16,1	18,1	18,8
<i>Сірі лісові легкосуглинкові (1990–1998 рр.)</i>													
0–10	16,4	16,5	15,8	16,8	16,1	16,0	15,4	17,2	16,3	16,8	15,9	17,4	16,5
10–20	16,4	16,6	16,0	17,1	16,4	16,8	16,4	17,8	16,5	17,2	16,4	17,8	17,2
20–30	16,8	16,7	16,2	17,9	16,5	16,8	16,6	18,1	16,8	17,2	16,6	18,2	17,8

* Примітка: 1 – сходи; 2 – “ялинка”; 3 – бутонізація; 4 – рання жовта стиглість

Застосовуючи метод ауксанографії, ми вперше вивчили особливості добової періодичності росту льону-довгунця в залежності від способів основного обробітку ґрунту (рис. 3.1, а–г).

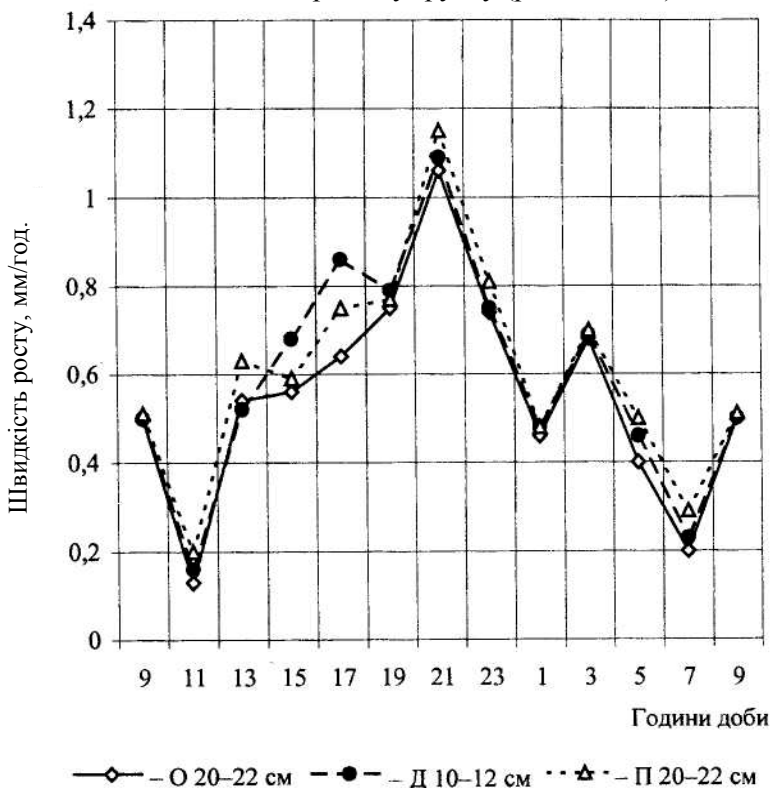


Рис. 3.1. а) Добова періодичність росту залежно від способу обробітку дерново-середньопідзолистого оглеєного супіщаного ґрунту, фаза “ялинка” (середнє за 1982–1986 рр.)

Добова періодичність і ритмічність росту льону-довгунця в залежності від типу ґрунтів і способів їх обробітку має циркадні ритми в межах “біологічних годин”, які складають 24 години, з максимумом фази швидкості росту о 21–22-й і мінімумом біля 9-ої години.

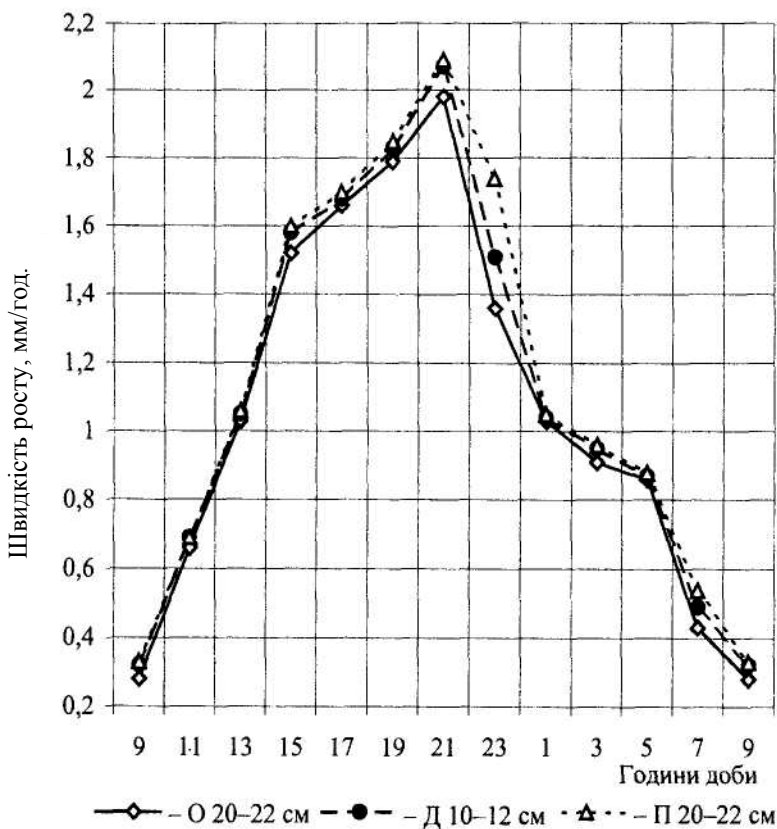


Рис. 3.1. б) Добова періодичність росту залежно від способу обробітку дерново-середньопідзолистого оглеєного супіщаного ґрунту, період швидкого росту (середнє за 1982–1986 рр.)

Лінійна швидкість росту змінюється протягом вегетації, з фазами росту і розвитку залежно від екзогенних факторів. У фазі “ялинка” на дерново-середньопідзолистому оглеєному супіщаному ґрунті середньобагаторічна швидкість росту за добу становить на фоні оранки 0,54, дискування – 0,59 і плоскорізного обробітку – 0,64 мм за годину.

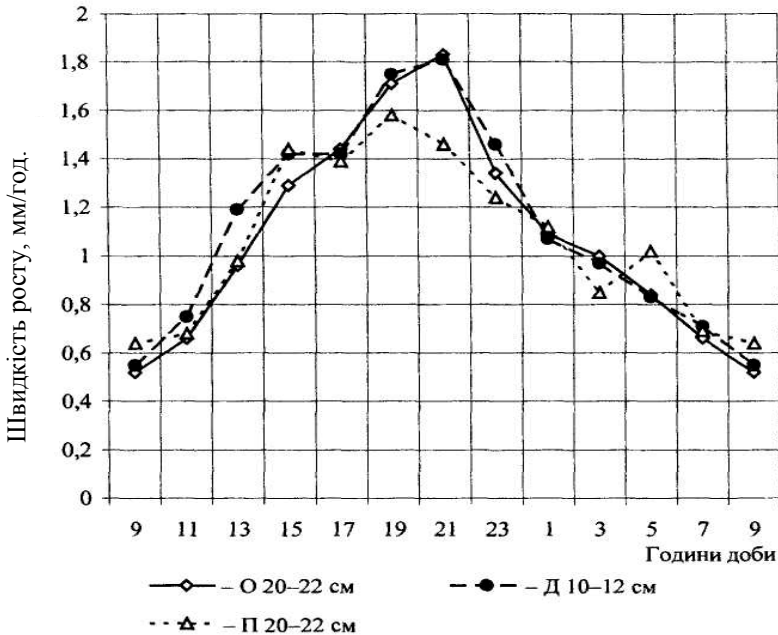


Рис. 3.1. в) Довога періодичність росту залежно від способу обробітку дерново-середньопідзолистого оглеєного супіщаного ґрунту, фаза бутонізації (середнє за 1982–1986 рр.)

Швидкість росту льону в залежності від способу основного обробітку дерново-середньопідзолистого оглеєного супіщаного ґрунту зростає на 0,05–0,10 мм. Фаза максимальної швидкості росту відмічається о 22-ій годині і становить у варіанті з оранкою 1,1, дискуванням – 1,12 і плоскорізним обробітком – 1,2 мм за годину, а мінімальної – о 8-ій годині і коливається в межах 0,03–0,02 мм за годину.

Період швидкого росту характеризується різким зростанням погодинної швидкості росту як при оранці, так і при безполицевих способах обробітку дерново-середньопідзолистих супіщаних ґрунтів. На бідних, слабозабезпечених ґрунтах безполицевий обробіток за швидкістю росту льону має невелику перевагу над оранкою. Максимальна швидкість росту відмічається о 20-ій годині й, незалежно від обробітку, тримається на одному рівні

протягом трьох годин, досягаючи 2,00–2,09 мм за годину на дерново-середньопідзолистому супіщаному ґрунті.

У фазі бутонізації способи обробітку дерново-середньопідзолистих оглеєних супіщаних ґрунтів майже не впливають на швидкість росту. Середньодобова швидкість росту льону-довгунця на варіанті з оранкою становить 1,1, при дискуванні – 1,16 і плоскорізнному обробітку – 1,06 мм за годину. Мінімальна швидкість о 9-ій годині при оранці становить 0,52, дискуванні – 0,55 і плоскорізнному обробітку – 0,64 мм за год., а максимальна – о 21-ій годині і відповідно коливається у межах 1,83; 1,81; 1,64 мм/год. Таким чином, у варіанті з плоскорізнним обробітком швидкість росту з 18-ої до 23-ої години гальмується.

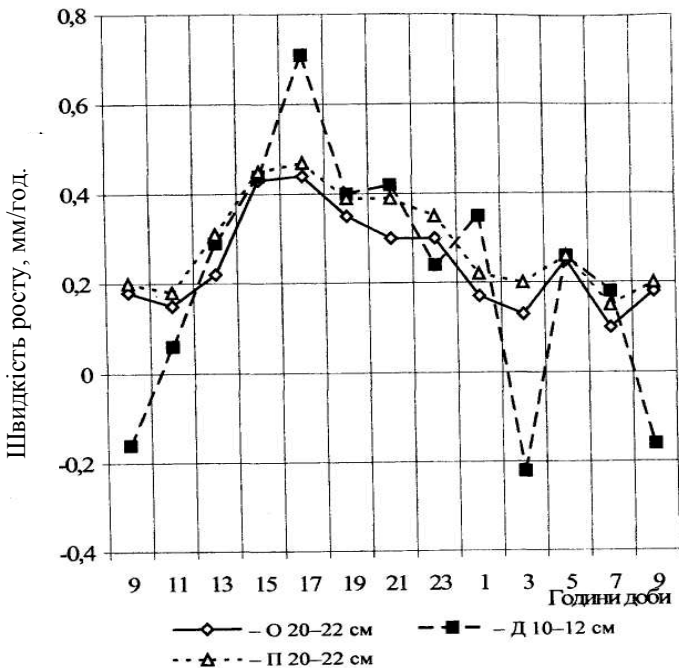


Рис. 3.1. з) Добова періодичність росту залежно від способу обробітку дерново-середньопідзолистого оглеєного супіщаного ґрунту, фаза цвітіння (середнє за 1982–1986 рр.)

Період фази цвітіння характеризується різким скороченням швидкості росту незалежно від способу обробітку. Так, середньодобова швидкість росту відповідно до варіантів

обробітку ґрунту коливається в межах 0,27–0,21–0,29 мм/год. Мінімальна швидкість росту припадає на 9-у годину, а у варіанті з дискуванням вона “зменшується” за рахунок підвищеної транспірації і втрати вологи рослинами. Показники максимальної швидкості росту відмічаються о 14-ій годині і підтримуються протягом 9-и годин, з більш високими показниками у варіанті з дискуванням. З 23-ої до 9-ої години темп росту зменшується.

На сірих легкосуглинкових ґрунтах добова періодичність росту впродовж вегетаційного періоду показана на рис. 3.2, а–г.

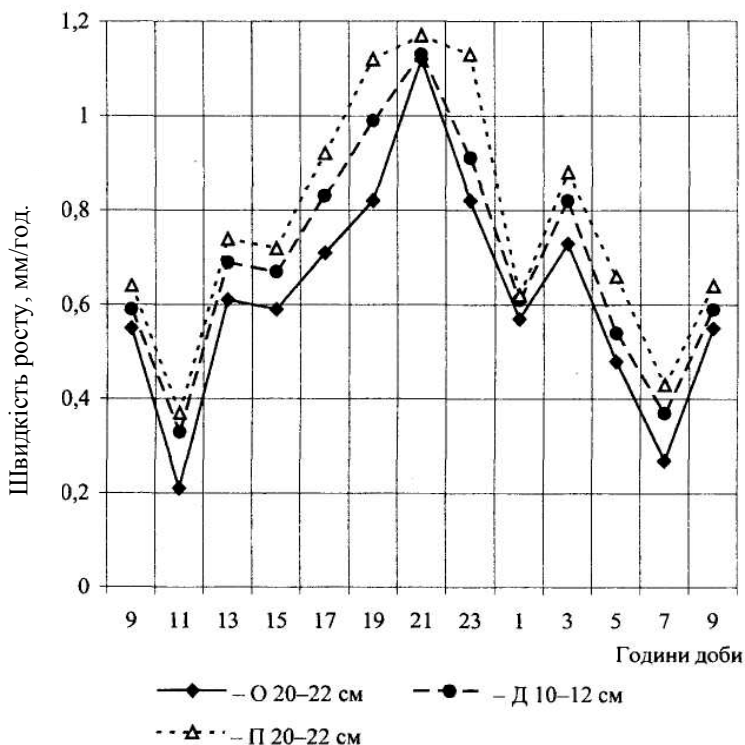


Рис. 3.2. а) Добова періодичність росту залежно від способів обробітку сірих лісових легкосуглинкових ґрунтів, фаза “ялинка” (середнє за 1990–1998 рр.)

На сірих лісових легкосуглинкових ґрунтах у фазі “ялинка” середньо-багаторічна добова швидкість росту у варіанті з оранкою становить 0,60, дискуванні – 0,69 і плоскорізному – 0,72 мм/год.

У порівнянні з дерново-середньопідзолистими ґрунтами вона зростає відповідно до способів обробітку ґрунту на 0,06; 0,15; 0,08 мм/год.

На сірих лісових ґрунтах швидкість росту льону зростає у варіанті з дискуванням на 0,09 і плоскорізним обробітком – на 0,12 мм/год. Фаза мінімальної швидкості росту припадає на 7-у годину, а з 11-ої розпочинається зростання і о 21-й годині досягає максимальних показників.

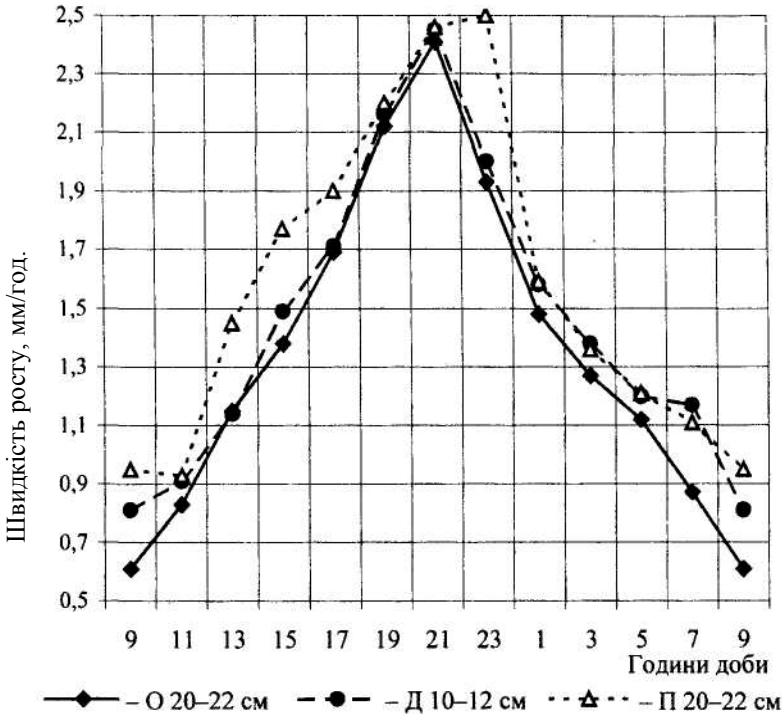


Рис. 3.2. б) Добова періодичність росту залежно від способів обробітку сірих лісових легкосуглинкових ґрунтів, період швидкого росту (середнє за 1990–1998 рр.)

Період швидкого росту льону характеризується інтенсивним зростанням швидкості росту, яка становить 1,40–1,58 мм/год., що на 0,25–0,35 мм/год. більше у порівнянні з дерново-середньопідзолистими ґрунтами. Безпліцеві способи обробітку ґрунту, дискування і плоскорізний обробіток за показниками швидкості

росту мають невелику перевагу над оранкою. Мінімальна швидкість росту припадає на 9-у годину і становить у варіанті з оранкою 0,6, дискування – 0,8 і плоскорізному обробітку – 0,95 мм/год. Впродовж світлового періоду швидкість росту зростає і о 21-ій годині досягає максимальної фази росту, яка становить 2,4 мм/год., з невеликою перевагою безполицевих способів обробітку ґрунту.

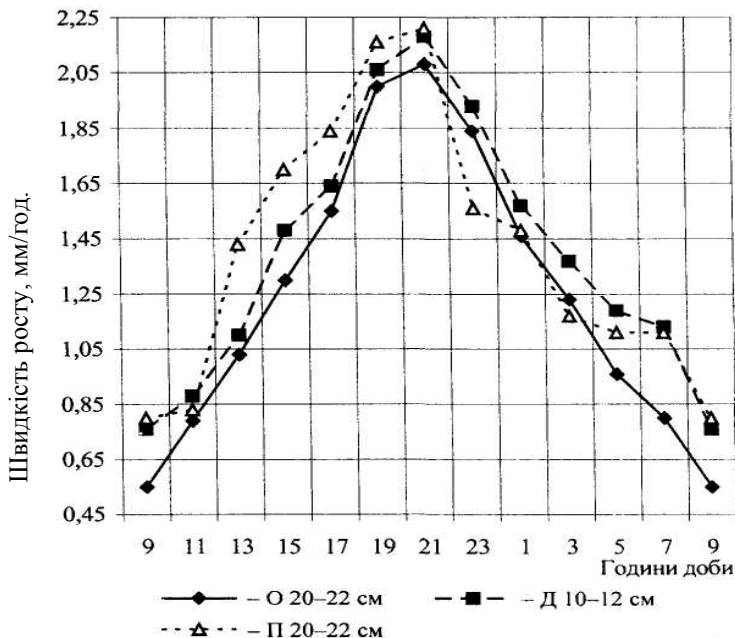


Рис. 3.2. в) Добова періодичність росту залежно від способів обробітку сірих лісових легкосуглинкових ґрунтів, фаза бутонізації (середнє за 1990–1998 рр.)

У фазі бутонізації в основному зберігається закономірність добової періодичності росту льону-довгунця. Середньодобова швидкість росту достатньо висока, але абсолютні показники дещо зменшуються, на фоні оранки на 0,12 мм/год., плоско різному обробітку – 0,14 мм/год. Уповільнення росту у фазі бутонізації слід пояснити утворенням генеративних органів рослин.

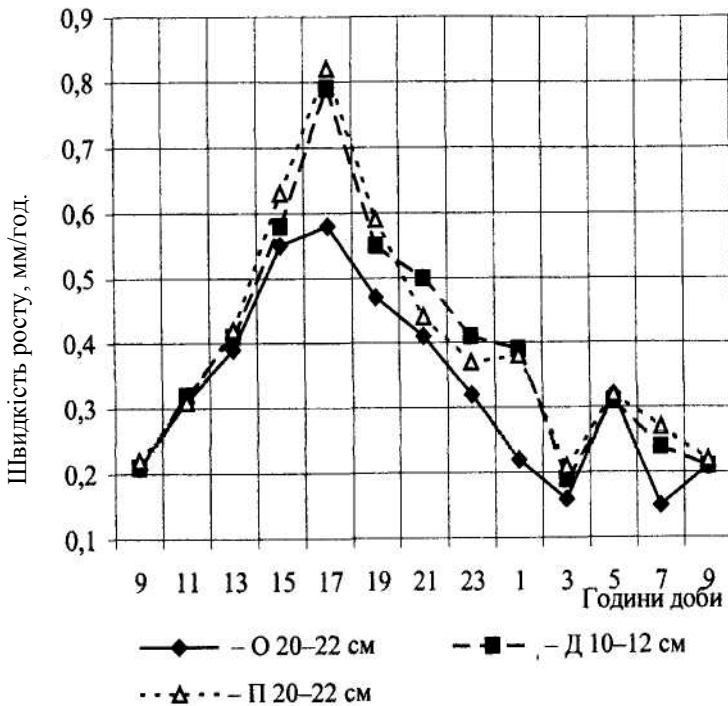


Рис. 3.2. г) Довога періодичність росту залежно від способів обробітку сірих лісових легкосуглинкових ґрунтів, фаза цвітіння (середнє за 1990–1998 рр.)

Довога швидкість росту льону у фазі цвітіння на сірому лісовому ґрунті значно уповільнюється і (особливо у варіанті з оранкою) коливається у межах 0,2 о 9-ій годині та 0,59 мм/год. о 18-ій годині, відповідно на фоні оранки 0,2–0,8 і плоскорізнному обробітку – 0,2–0,81 мм/год.

Порівняння показників швидкості росту льону вдень і вночі

Таблиця 3.5

Швидкість росту вдень і вночі залежно від типу і обробітку

грунту, мм/год. (фаза бутонізації)

Години	Дерново-середньопідзолисті оглеєно-супіщані (1981–1985 рр.)						Сірі лісові легкосуглинкові (1990– 1998 рр.)					
	О 20–22 см		Д 10–12 см		П 20–22 см		О 20–22 см		Д 10–12 см		П 20–22 см	
	день	ніч	день	ніч	день	ніч	день	ніч	день	ніч	день	ніч
1		1,09		1,07		1,12		1,46		1,57		1,48
2		1,05		1,07		0,99		1,36		1,33		1,29
3		1,00		0,97		0,85		1,23		1,37		1,17
4		0,88		0,94		0,86		1,18		1,24		1,19
5		0,84		0,83		1,02		0,96		1,19		1,11
6	0,73		0,81		0,83		0,90		1,13		1,24	
7	0,66		0,71		0,69		0,80		1,13		1,11	
8	0,53		0,57		0,71		0,48		1,11		1,01	
9	0,52		0,55		0,64		0,55		0,26		0,80	
10	0,56		0,63		0,40		0,55		0,68		0,71	
11	0,66		0,75		0,68		0,79		0,88		0,83	
12	0,69		0,64		0,71		0,80		0,88		1,07	
13	0,96		1,19		0,98		1,03		1,10		1,43	
14	1,17		1,19		0,99		1,24		1,30		1,50	
15	1,29		1,42		1,44		1,30		1,48		1,70	
16	1,56		1,47		1,04		1,53		1,59		1,73	
17	1,44		1,42		1,39		1,55		1,64		1,84	
18	1,53		1,68		1,72		1,85		1,95		2,10	
19	1,71		1,75		1,58		2,00		2,06		2,16	
20	1,72		1,97		1,54		2,08		2,18		2,21	
21	1,83		1,81		1,46		2,34		2,43		1,99	
22		1,58		1,70		1,46		2,24		2,06		1,90
23		1,34		1,46		1,24		1,84		1,93		1,56
24		1,22		1,36		1,16		1,60		1,49		1,46
M	1,10	1,12	1,16	1,17	0,70	1,09	1,17	1,48	1,39	1,52	1,46	1,39
m	0,12	0,09	0,92	0,11	0,10	0,07	0,15	0,014	0,15	0,11	0,13	0,09
xg		1,10		1,16		1,06		1,27		1,48		1,44
Σ	17,55	9,00	18,56	9,40	16,80	8,70	18,79	11,87	23,30	12,2	23,43	11,16

Примітка: М – середня швидкість росту вдень і вночі;

m – помилка середньої швидкості росту;

xg – середня швидкість росту за добу;

Σ – сумарний приріст вдень і вночі.

на різних ґрунтах залежно від способів обробітку при однакових умовах зовнішнього середовища показує, що на дерново-

середньопідзолистому оглеєно-супіщаному ґрунті суттєвої різниці між ними не спостерігається (табл. 3.5.), і лише у варіанті з застосуванням плоскорізного обробітку переважає швидкість росту вночі.

Проте на сірих легкосуглинкових ґрунтах як на варіанті з оранкою, так і при застосуванні дискових знарядь для механічного рихлення швидкість росту вночі дещо перебільшує денну, а на плоскорізному обробітку вона залишається майже без змін. Отримані результати не співпадають з однорічними показниками швидкості росту за В.С. Шевелухою [354], який показує перевагу денного росту льону над швидкістю його росту вночі.

Як було нами раніше відмічено, в агроекологічних умовах Полісся України відмічається нестабільність метеорологічних факторів за роками, періодичність посушливих до оптимальних років становить як один до десяти. У посушливі роки на дерново-середньопідзолистому оглеєно-супіщаному ґрунті у період швидкого росту і фазу бутонізації середньодобова швидкість росту при безполицевому обробітку коливається в межах 1,12–1,19, а в контрольному варіанті – лише 0,85 мм/год. (табл. 3.6). У посушливі роки швидкість росту вночі у варіанті з оранкою на 0,26, дискуванні – 0,24 і плоскорізному обробітку – 0,21 мм/год. більша у порівнянні з ростом вдень. При безполицевих варіантах обробітку ґрунту в середньому за добу швидкість росту збільшується на 0,27–0,34 мм/год., і особливо інтенсивно льон росте увечері, починаючи з 20-ої години. В оптимальні за зволоженістю роки у всіх варіантах дослідження прискорення швидкості росту становить 0,62–0,26 мм/год. у порівнянні з посушливими роками, з пріоритетом росту у варіантах з безполицевим рихленням.

Оптимальне забезпечення рослин вологою вирівнює швидкість росту вдень і вночі незалежно від типу і обробітку ґрунту.

На сірих легкосуглинкових ґрунтах зберігається встановлена вище закономірність з більш високою загальною активністю швидкості росту протягом доби.

Таким чином, показана можливість регулювання щільності ґрунту шляхом застосування безполицевого обробітку, і він є дійовим засобом оптимізації агрофізичного стану дерново-середньопідзолистих та сірих лісових ґрунтів. Плоскорізний обробіток на глибину 20–22 см і застосування дискового рихлення на глибину 10–12 см створюють більш сприятливі умови поглинання вологи в порівнянні з оранкою.

Багаторічні спостереження за динамікою запасів вологи показують позитивну роль обробітку без обертання скиби. У роки з надлишками опадів (перезволоження) через оптимізацію агрофізичного стану орного шару проявляється меліоративна роль безполицевого обробітку ґрунту, а у посушливі роки, як правило, має місце ефект вологозбереження. Вологість поверхневого шару ґрунту залишається без змін.

Обробіток ґрунту не впливає на циркадний ритм росту льонудовгунця, його періодичність залишається в межах “біологічних годинників”, синусоїдальна крива росту повторюється через 24 години.

На сірих легкосуглинкових ґрунтах середньодобова погодинна швидкість росту значно вища в порівнянні з дерново-середньопідзолистими оглеєно-супіщаними ґрунтами.

У посушливі роки переважає швидкість росту в нічні години, а в оптимальні за вологозабезпеченістю вона вирівнюється як вдень, так і вночі з перевагою швидкості при безполицевих обробітках. Максимальна фаза швидкості росту припадає на 20–22 години, а мінімальна – на 9-у годину.

Таблиця 3.6

Добова швидкість росту льону-довгунця залежно від зволоженості
 вегетаційного періоду, мм/год. (період швидкого росту –
 бутонізація)

Години	<i>Дерново-середньопідзолисті оглеєно-супіщані (1981–1985 рр.)</i>					
	посушливі роки			оптимальні роки		
	О 20–22 см	Д 10–12 см	П 20–22 см	О 20–22 см	Д 10–12 см	П 20–22 см
1	0,43	1,30	1,27	1,49	1,46	1,47
2	0,85	1,22	1,29	1,31	1,32	1,31
3	0,38	1,22	1,25	1,21	1,24	1,23
4	0,69	1,15	1,17	1,22	1,23	1,23
5	0,73	1,00	1,10	1,14	1,13	1,13
6	0,56	1,00	1,11	1,26	1,09	1,12
7	0,32	0,67	0,74	1,14	1,85	1,34
8	0,37	0,65	0,75	1,11	0,93	1,01
9	0,46	0,40	0,54	0,82	0,82	0,79
10	0,61	0,66	0,67	0,77	1,10	0,97
11	0,73	0,72	0,73	0,91	1,20	0,99
12	0,55	0,55	0,66	1,17	1,20	0,98
13	0,94	0,89	0,91	1,48	1,55	1,49
14	1,21	1,15	1,17	1,51	1,43	1,49
15	1,42	1,29	1,32	1,72	1,57	1,63
16	1,38	1,39	1,43	1,79	1,93	1,81
17	0,83	1,30	1,34	1,94	2,25	2,07
18	1,30	1,41	1,46	2,15	1,95	2,05
19	0,84	1,37	1,41	2,26	2,65	2,38
20	1,40	2,10	2,20	2,29	2,79	2,51
21	1,31	2,35	2,28	2,17	2,68	2,37
22	1,46	2,00	2,01	2,06	2,17	2,11
23	1,18	1,87	1,73	1,67	2,19	1,97
24	0,85	1,12	1,19	1,57	1,86	1,73
М	0,88	1,20	1,24	1,50	1,64	1,56
м	0,08	0,10	0,09	0,09	0,12	0,10
Σ	21,1	28,78	29,71	36,16	39,39	37,48
Ніч	<u>6,87</u> 0,85	<u>10,88</u> 1,36	<u>11,01</u> 1,38	<u>11,67</u> 1,46	<u>12,6</u> 1,57	<u>12,18</u> 1,52
День	<u>14,23</u> 0,59	<u>17,9</u> 1,12	<u>18,71</u> 1,17	<u>24,49</u> 1,53	<u>26,79</u> 1,67	<u>25,3</u> 1,58

Продовження таблиці 3.6

<i>Сірі лісові легкосуглинкові (1990–1998 рр.)</i>						
1	0,47	1,35	1,37	1,49	1,47	1,46
2	0,93	1,29	1,32	1,38	1,33	1,34
3	0,76	1,28	1,31	1,23	1,25	1,21
4	0,74	1,18	1,19	1,24	1,25	1,23
5	0,76	1,19	1,18	1,16	1,15	1,15
6	0,67	1,18	1,21	1,27	1,13	1,19
7	0,40	0,78	0,92	1,16	1,87	1,54
8	0,45	0,69	0,87	1,13	1,14	1,13
9	0,54	0,48	0,76	0,85	0,93	0,87
10	0,70	0,76	0,73	0,79	1,15	1,05
11	0,90	0,78	0,84	1,02	1,22	1,10
12	0,65	0,58	0,76	1,19	1,20	1,19
13	1,15	0,95	0,98	1,50	1,49	1,47
14	1,30	1,26	1,26	1,53	1,45	1,41
15	1,53	1,37	1,44	1,73	1,56	1,61
16	1,45	1,46	1,48	1,83	1,99	1,85
17	0,91	1,37	1,49	2,00	2,28	2,12
18	1,35	1,54	1,54	2,16	1,97	1,84
19	0,95	1,49	1,49	2,29	2,68	2,51
20	1,47	2,18	2,19	2,33	2,83	2,76
21	1,37	2,45	2,31	2,19	2,74	2,69
22	1,54	2,09	2,11	2,16	2,18	2,17
23	1,24	1,96	1,85	1,69	2,18	2,09
24	0,93	1,34	1,21	1,50	1,82	1,75
М	0,96	1,29	1,35	1,53	1,70	1,61
m	0,07	0,10	0,09	0,09	0,11	0,11
Σ	23,16	31,00	32,54	36,82	40,88	38,73
Ніч	<u>7,37</u>	<u>11,68</u>	<u>11,54</u>	<u>11,85</u>	<u>13,25</u>	<u>12,4</u>
	0,92	1,46	1,44	1,48	1,65	1,55
День	<u>15,79</u>	<u>19,32</u>	<u>20,98</u>	<u>24,97</u>	<u>27,63</u>	<u>26,33</u>
	0,99	1,2	1,31	1,56	1,73	1,64

Примітка: М – середня швидкість росту;

m – помилка середньої швидкості росту;

Σ – приріст за добу; чисельник – сумарний приріст вдень і вночі;

знаменник – середній приріст за годину вдень і вночі.

3.2. Продуктивність і якість продукції залежно від обробітку ґрунту

Поверхневий шар дерново-середньопідзолистих оглеєних супіщаних ґрунтів в окремі роки у період посів – сходи пересихає, що впливає на дружність і польову схожість насіння. На сірих лісових легкосуглинкових ґрунтах створюються більш сприятливі умови для проростання насіння (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Залежність біометричних показників від типу і способів обробітку ґрунту

Обробіток ґрунту на глибину, см	Польова схожість, %	Густина стеблостою, шт./м ²		Випадіння за період вегетації, %	Висота рослин, см	
		сходи	ранньо-жовта стиглість		загальна	технічна
<i>Дерново-середньопідзолисті оглеєні супіщані (1981–1985 рр.)</i>						
0 20–22	77,5	1938	1392	28,2	76,4	69,0
Д 10–12	76,2	1904	1513	20,5	80,0	74,3
П 20–22	77,0	1924	1552	19,3	80,4	75,1
<i>Сірі лісові легкосуглинкові (1990–1998 рр.)</i>						
0 20–22	80,4	2011	1613	19,8	79,6	71,3
Д 10–12	85,4	2135	1731	18,9	81,5	74,7
П 20–22	87,4	2185	1798	17,7	83,4	77,1

Нестача, як і надлишок вологи, в поверхневому шарі ґрунту у період проростання насіння викликає порушення метаболічних процесів і призводить до зниження польової схожості насіння. Вологість поверхневого шару залежить від типу і механічного складу ґрунту. Вологість дерново-середньопідзолистого оглеєно-піщаного ґрунту у всіх варіантах основного обробітку на 0,9–1,1–0,2 % менша за показники сірих легкосуглинкових ґрунтів.

Легкі за механічним складом ґрунти, при застосуванні механічного рихлення з перемішуванням поверхневого шару, швидше випаровують вологу, тому вміст її на 0,9–1,0 % менший в порівнянні з плоскорізним обробітком.

На суглинкових ґрунтах вміст вологи у всіх варіантах обробітку лишається без змін. Саме за таких умов і спостерігається підвищення польової схожості насіння на 5,4–7,4 % в порівнянні з оранкою, а на оглеєно-піщаних вона при всіх способах обробітку лишається без змін.

За період вегетації у варіанті з оранкою оглеєно-супіщаних ґрунтів загибель рослин льону-довгунця на 8,9–7,7 % більша у порівнянні із застосуванням безполицевого рихлення. Безполицеве розпушування забезпечує більшу густоту стеблостою перед збиранням льону, порівняно з оранкою. Комплекс позитивних водно-фізичних властивостей ґрунту у варіантах плоско-різного обробітку і дискування забезпечує приріст рослин у висоту на дерново-підзолистих ґрунтах 3,6–4,0 см, на сірих суглинкових – на 0,9–3,8 см більше, порівняно з оранкою.

Все рослинництво взагалі і агротехнічні прийоми безпосередньо спрямовані на систему найкращого використання фотосинтетичних функцій рослин. З цієї точки зору кожен прийом буде ефективним у тих випадках:

1) якщо він дає можливість отримати в посівах швидко і добре розвинуту листову поверхню;

2) якщо він дозволяє підвищити інтенсивність і продуктивність кожного квадратного метра площі листової поверхні і зберігає їх в активному стані якомога довше.

Разом з цим, надто великий розвиток площі листків може негативно впливати на продуктивність, тому що при цьому погіршуються процеси фотосинтезу і засвоєння ФАР, умови освітлення у листків, особливо нижніх ярусів, починається відмирання нижніх листків, витягування стебел і полягання рослин. Вилягання рослин льону – це повна втрата врожаю волокна. Оптимальні розміри поверхні листків на одиницю площі посіву багатьох культур коливаються в межах 50–60 тис. м², кормових культур – більше. Для групи зернових надлишковий розвиток площі листків призводить до погіршення умов утворення і росту репродуктивних органів.

Стосовно льону-довгунця це питання залишається відкритим, бо пов'язане воно з особливостями будови листових пластинок, їх малими розмірами і великою кількістю. Наукові дослідження щодо вивчення площі листової поверхні нами виконані протягом 20 років (табл. 3.8).

За короткий період часу від фази “ялинка” до бутонізації загальна кількість листків швидко збільшується і досягає 64,9 шт. при оранці дерново-підзолистих і 60,8 шт. на одній рослині на сірих лісових ґрунтах. На фоні безполицевого рихлення різних за типом ґрунтів загальна кількість листків дещо збільшується на

рослинах, вирощених на сірих ґрунтах, а питома вага листків, які не беруть участі у продукційних процесах (жовті), на 2,6–1,1 шт. менша порівняно з дерново-середньопідзолистими, що в перерахунок на 1 га становить 1665–752 м² листової поверхні.

Таблиця 3.8

Динаміка листової поверхні залежно від типу і способів обробітку ґрунту

Обробіток ґрунту на глибину, см	Кількість листків на 1 рослині, шт.				Площа одного листка, см ²			
	Фази росту і розвитку							
	“ялинка”	бутонізація	цвітіння	рання жовта стиглість	“ялинка”	бутонізація	цвітіння	рання жовта стиглість
<i>Дерново-середньопідзолисті оглеєно-супіщані (1982–1985 рр.)</i>								
О 20–22	*12,8	$\frac{*50,5}{14,4}$	$\frac{50,0}{30,8}$	$\frac{48,7}{26,5}$	0,31	0,31	0,30	0,32
Д 10–12	13,5	$\frac{50,8}{13,7}$	$\frac{53,3}{32,0}$	$\frac{48,0}{22,7}$	0,33	0,34	0,32	0,36
П 20–22	13,7	$\frac{52,9}{17,7}$	$\frac{54,2}{31,0}$	$\frac{50,7}{23,6}$	0,34	0,35	0,35	0,37
<i>Сірі лісові суглинкові (1990–1998 рр.)</i>								
О 20–22	13,1	$\frac{56,3}{4,5}$	$\frac{57,6}{28,1}$	$\frac{49,6}{37,1}$	0,34	0,34	0,35	0,33
Д 10–12	13,8	$\frac{56,9}{6,3}$	$\frac{60,2}{29,4}$	$\frac{50,5}{30,3}$	0,36	0,37	0,38	0,37
П 20–22	13,9	$\frac{57,1}{8,9}$	$\frac{63,7}{29,9}$	$\frac{54,8}{31,2}$	0,38	0,38	0,40	0,37

Примітка: * чисельник – зелені листки; знаменник – жовті листки.

У фазі цвітіння у верхній розгалуженій частині стебла формується додаткова кількість менших за розміром листків, особливо у рослин вирощених на сірих легкосуглинкових ґрунтах, які зберігаються до ранньої жовтої стиглості і постійно беруть участь у фотосинтетичній діяльності. Перед збиранням на стеблестой, який вирощено на бідних ґрунтах, починається відмирання і осипання листків нижнього ярусу, аж до половини технічної висоти і лише у верхній частині вони зелені. Рослини, отримані на сірих легкосуглинкових ґрунтах, характеризуються відсутністю бурих, в загальній їх структурі переважають зелені листки.

Безполицеві обробітки ґрунту і особливо плоскорізний сприяють розвитку листкової поверхні як за кількістю, так і за розміром листкової пластинки. Якщо на фоні оранки площа одного листка у фазі “ялинка” коливається в межах 0,31–0,34 см², то при безполицевому обробітку вона становить 0,33–0,38 см². Розміри площі листкової пластинки рослин, вирощених на дерново-середньопідзолистому ґрунті, збільшуються до фази бутонізації, а у рослин, отриманих на сірих ґрунтах, – до фази цвітіння.

В залежності від формування асиміляційного апарату створюється і весь продукційний процес фотосинтезу (табл. 3.9).

Посіви льону-довгунця на дерново-середньопідзолистих ґрунтах формують максимальну площу листкової поверхні (30,5–38,1 тис. м²/га), а на сірих у фазі цвітіння цей показник коливається у межах 44,1–46,0 тис. м²/га. Посіви льону-довгунця впродовж вегетації на сірих ґрунтах формують більшу площу листкової поверхні, і період їх роботи (фотосинтетичний потенціал) на 0,5–1,4 млн м² більший за посіви, сформовані на оранці дерново-середньопідзолистих ґрунтів. Фотосинтетичний потенціал посіву на бідних супіщаних ґрунтах на фоні оранки становить 1,2 млн м²/га, а на сірих суглинкових – відповідно 2,6–2,7 млн м²/га. При такій площі листкової поверхні і розвитку фотосинтетичного потенціалу зростає і чиста продуктивність фотосинтезу.

Відомо, що середня продуктивність фотосинтезу у посівах становить 5–7 г і може бути доведена до 15–20 і навіть 40 г сухої маси врожаю на 1 м² листків за добу.

Як вказують А.А. Ничипорович, Л.Є. Строгонова, С.Н. Чмора, М.П. Власова [333], підвищення показників чистої продуктивності фотосинтезу до великих значень – нелегке завдання. Частково його можна досягти за рахунок покращення загально-відомих агротехнічних і спеціальних прийомів вирощування.

У наших дослідах у фазі “ялинка” продуктивність фотосинтезу за добу на дерново-середньопідзолистих ґрунтах у варіанті з оранкою досягає 7,3 г, а на безполицевому рихленні – на 0,5–0,8 г більше. На сірих ґрунтах абсолютні показники продуктивності фотосинтезу при всіх способах обробітку вищі.

Таблиця 3.9

Продуктивність фотосинтезу залежно від типу і способів обробітку ґрунту

Обробіток ґрунту на глибину, см	Площа листкової поверхні, тис. м ² -га				Фотосинтетична продуктивність, г/м ² за добу			
	Фази росту і розвитку							
	“ялинка”	бутонізація	цвітіння	рання жовта стиглість	“ялинка”	бутонізація	цвітіння	рання жовта стиглість
<i>Дерново-середньопідзолисті оглеєно-супіщані (1982–1985 рр)</i>								
О 20–22	16,6	30,5	29,5	20,1	7,3	8,2	5,6	6,5
Д 10–12	16,8	37,4	27,5	18,4	7,8	10,6	7,3	9,3
П 20–22	18,3	38,1	34,3	21,3	8,1	11,0	7,9	9,7
<i>Сірі лісові суглинкові (1990–1998 рр)</i>								
О 20–22	20,7	40,3	44,1	21,3	7,8	8,5	7,9	6,8
Д 10–12	24,3	44,1	45,6	23,8	8,1	9,9	10,1	9,8
П 20–22	24,2	43,5	46,0	23,1	8,1	10,2	10,8	9,8

Приріст сухої речовини на дерново-підзолистих ґрунтах зростає до фази бутонізації і коливається в межах 8,2 г на фоні полицевого і 11,0 г на фоні безполицевого обробітку з поступовим зменшенням продуктивності фотосинтезу до ранньої жовтої стиглості. На сірих ґрунтах чиста продуктивність фотосинтезу зростає до фази цвітіння і коливається в межах 7,9, а у варіанті з оранкою і 10,1–10,8 г/см²·добу на фоні безполицевого рихлення.

Таким чином, у фазі бутонізації за кожен добу у варіанті з оранкою формується 222, на фоні дискування – 292 і плоскорізного обробітку – 309 кг повітряно сухої речовини, а на більш забезпечених сірих ґрунтах відповідно – 342, 456 і 460 кг.

Забур'яненість посівів. Зростання чистої продуктивності фотосинтезу, хоча і є прямим показником теоретично розрахункової урожайності, проте на її кінцевий рівень впливає багато інших факторів, і одним із суттєвих є засміченість посівів.

Ряд авторів [57, 217] вказує, що поверхневий і плоскорізний обробіток сприяють появі бур'янів в посівах і тому акцентується увага на неминучості додадкових агротехнічних заходів боротьби з ними, включаючи хімічні засоби захисту.

Разом з тим А.Я. Бука, А.П. Коваленко [65], Ф.А. Миронченко і інші, [224]; А.Г. Тараріко [316]; J.R. Black і інші [380]; W.G. Koskinen, C.G. Meworter [399] звертають увагу на те, що концентрація насіння бур'янів у поверхневому шарі при безполицевому обробітку створює передумови для кращого їх проростання і надалі повного знищення. При постійній оранці на поверхню ґрунту піднімається насіння, що пройшло період біологічного спокою, чим визначаються більш сприятливі умови для поширення бур'янів у посівах.

У дослідях А.Г. Тараріко [316] встановлено, що систематичне застосування плоскорізного обробітку в сівозміні не веде до збільшення кількості бур'янів, в тому числі багаторічних, а навпаки, має місце зменшення фактичної та потенціальної забур'яненості ґрунту.

У дослідях В.В. Жилко [153], проведених на еродованих дерново-підзолистих ґрунтах Білорусі, встановлено, що кількість бур'янів при плоскорізному обробітку збільшується, але не

настільки, щоб цей вид підготовки зябу неможливо було застосувати в боротьбі з ерозією ґрунтів.

Висновки Ф.Т. Моргуна, Н.К. Шикули та А.Г. Тараріко [241] про збільшення забур'яненості в перші роки застосування безполицевих технологій вирощування сільськогосподарських культур пояснюються значною потенційною забур'яненістю орного шару насінням та концентрацією насіння бур'янів даного року на поверхні ґрунту.

І.А. Пабат [253] вважає, що локалізоване в поверхневому шарі насіння зазнає різного фізико-механічного середовища, і в результаті значна частина його гине. При сприятливих умовах бур'яни швидко проростають, а потім майже всі знищуються наступним обробітком ґрунту.

І.А. Пабат [253], В.П. Стрельченко [307] відмічають, що з гектарною дозою гною в поле може заноситись до 100 млн шт. насіння бур'янів, а з нормою підстилкового гною 60 т/га в ґрунт вноситься 60 млн шт. насіння.

Як вважають М.В. Коломієць [190]; О.Е. Майроновський [217]; Н.С. Чернілевський [338, 339]; М.В. Бірюков [57]; Н.Н. Любинецький, А.І. Бакун [216], плоскорізний обробіток має ґрунтозахисне значення, позитивно впливає на урожайність провідних культур зони, проте основною перешкодою на шляху широкого практичного застосування безполицевого обробітку є слабкий його ефект у боротьбі з бур'янами.

Розроблений технологічний процес знищення пір'ю повзучого [307] на даний момент не може бути впроваджений у практичне землеробство у зв'язку з енергетичною кризою в Україні.

Основне значення в попередженні забур'яненості орного шару ґрунту від вмісту насіння і вегетативних органів бур'янів належить системі зяблевого (основного) обробітку ґрунту, яка, крім того, сприяє підвищенню родючості ґрунту, накопиченню і

збереженню вологи, а також покращенню повітряно-теплового та поживного режимів.

Аналіз багаторічних даних забур'яненості посівів, одержаних у наших дослідях, дає об'єктивне уявлення про роль способів обробітку ґрунту в боротьбі з бур'янами.

Результати спостережень показують, що загальний рівень забур'яненості залежить від умов зволоженості ґрунту впродовж вегетаційного періоду (табл. 3.10 і 3.11). В оптимальних умовах зволоженості забур'яненість посівів на всіх способах обробітку висока і майже завжди з перевагою однорічних дводольних бур'янів.

У перезволожені роки забур'яненість посівів на дерново-підзолистих легкосуглинкових ґрунтах різко зростає, і особливо на безполицевих способах обробітку. На сірих ґрунтах з меншою потенціальною забур'яненістю загальна кількість їх збільшується і майже не змінюється від способів обробітку ґрунту. У посушливі роки забур'яненість посівів, і особливо у варіанті з дискуванням ґрунту на 10–12 см, зменшується у 2–3 рази. За видовим складом в оптимальні і перезволожені роки перебільшують однорічні дводольні, а у посушливі – однорічні, пізні ярі злакові бур'яни.

Дев'ятирічні спостереження показують, що перший рік застосування обробітку без обертання скиби супроводжується збільшенням кількості бур'янів у посівах, крім того, 1990 рік за показниками гідротермічного коефіцієнта належить до перезволожених.

Насіння бур'янів, що розміщене у поверхневому шарі ґрунту, зазнає різкого фізико-хімічного впливу середовища, і у результаті значна частина його гине. При сприятливих умовах насіння бур'янів проростає з глибини 0–10 см, а потім знищується обробітком ґрунту.

Таблиця 3.10

**Вплив способів обробітку ґрунту на забур'яненість посівів льону-довгунця
перед збиранням, шт./м²**

Обробіток ґрунту на глибину, см	Погодні умови								
	оптимальні (1991,1992,1993,1994)			перезволожені (1990, 1997, 1998)			посушливі (1995,1996)		
	всього	у т.ч.		всього	у т.ч.		всього	у т.ч.	
		дводольн і	злако ві		дводольн і	злакові		дводольн і	злаков і
<i>Сірі лісові легкосуглинкові</i>									
О 20–22	183	122	61	275	206	69	86	40	46
Д 10–12	178	118	60	232	188	64	61	29	32
П 20–22	191	126	65	267	185	72	70	28	41
<i>Дерново-середньопідзолисті оглесні суглинки</i>									
	(1981, 1984)			(1982)			(1983)		
О 20–22	194	114	80	384	187	97	67	23	44
Д 10–12	158	99	59	517	201	116	59	27	32
П 20–22	146	77	69	575	226	149	61	25	36

Вже на третій рік забур'яненість посівів в наших дослідах була майже однакова у порівнянні з традиційним обробітком – оранкою.

На четвертий і наступні роки постійного безполицевого обробітку ґрунту кількість насіння бур'янів у поверхневому шарі ґрунту зменшується. З метою ефективною боротьби з бур'янами велике значення надається поживному розпушуванню ґрунту на глибину 10–12 см із застосуванням дискових борін замість звичайного мілкого лущення. Для виконання цієї операції можна використовувати плоскорізи в агрегаті з голчатими боронами. Під льон-довгунець можна використовувати і плоскорізний напівпаровий обробіток ґрунту, який дає можливість ефективно вести боротьбу з бур'янами в перший рік застосування, проте цей прийом потребує додаткових затрат паливно-мастильних матеріалів і коштів.

Важливим фактором у боротьбі з бур'янами є систематичне застосування безполицевої системи обробітку ґрунту: чим далі поле у сівозміні відходить від оранки, тим більше створюється передумов для зниження його фактичної та потенціальної забур'яненості (табл. 3.11).

Таблиця 3.11

Динаміка забур'яненості льону-довгунця залежно від обробітку сірих лісових легкосуглинкових ґрунтів, шт./м²

Обробіток ґрунту на глибину, см	Роки досліджень									Сума	Середнє
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998		
0 20–22	433	211	170	172	156	89	84	225	168	1733	192
Д 10–12	478	226	187	163	137	66	57	121	98	1533	170
П20–22	488	239	212	169	143	72	68	201	113	1705	189

Вже на 6–7-й рік засміченість посівів на безполицевих обробітках стає меншою.

Інтенсивне проростання бур'янів в умовах 1997 і 1998 рр. пояснюється великою кількістю опадів, але і в цих умовах перевага лишається за безполицевим обробітком ґрунту із застосуванням дискових борін. І наприкінці ротації загальний рівень поширення бур'янів у посівах був досить високим, що пояснюється значним потенціальним забур'яненням ґрунту насінням в попередні роки і внесенням гною.

Відзначаючи ефективність безполицевих технологій у боротьбі з бур'янами, все ж не можна виключити застосування хімічних засобів захисту рослин, особливо в перші роки їх освоєння.

Урожайність і якість льонопродукції. Урожайність соломи льону-довгунця на дерново-середньопідзолистому оглеєному супіщаному ґрунті у середньому за 1981–1985 рр. у варіанті з оранкою становила 45, а насіння – 5,2 ц/га. Приріст врожаю соломи при безполицевому обробітку становив на 2,1–1,6 ц/га більше в порівнянні з контролем. У 1981 році перша декада червня місяця була посушлива, гідротермічний коефіцієнт дорівнював 0. Така посуха пригнічувала ріст і розвиток льону, що негативно впливало на загальну продуктивність, а тому ефекту від способів обробітку ґрунту не отримано. У 1982 році у першій і другій декаді червня місяця, у період швидкого росту і фази бутонізації ГТК становив 0,23, тому врожайність соломи льону у варіанті з дискуванням була на 1,4, і на плоскорізному на 1,0 ц/га більшою в порівнянні з контролем і знаходилась у межах достовірного приросту. 1983 р. характеризувався дуже посушливими декадами червня, ГТК дорівнював 0,02–0,05, а тому урожайність соломи і насіння знаходилась у межах похибки досліду. У добре зволожений період інтенсивного росту, червень 1984–1985 рр., ГТК знаходився в межах 2,3–2,5, а тому проявилася чітка перевага полицевих способів обробітку ґрунту, і особливо дискування (табл. 3.12).

Таблиця 3.12

Урожайність льону-довгунця залежно від обробітку дерново-середньопідзолистих оглесних супіщаних ґрунтів, ц/га

Обробіток ґрунту на глибину, см	Роки					Середнє за 5 років	Приріст	
	1981	1982	1983	1984	1985		%	ц/га
<i>Солома</i>								
О 20–22	33,1	37,7	34,2	48,2	48,5	40,3	100	–
Д 10–12	34,5	39,1	34,0	53,5	51,5	42,5	105,4	2,2
П 20–22	33,9	38,7	34,9	52,4	50,7	42,1	104,5	1,8
НІР ₀₅	3,0	1,0	2,3	1,5	0,8	1,72	–	–
<i>Насіння</i>								
О 20–22	3,6	5,4	5,8	4,8	6,5	5,2	100	–
Д 10–12	3,5	6,7	5,6	5,5	7,0	5,7	109,0	0,5
П 20–22	3,4	5,0	5,2	4,1	6,3	4,8	92,0	-0,4
НІР ₀₅	0,29	0,52	0,06	0,49	0,43	0,36	–	–

У роки з недостатньою кількістю вологи врожайність насіння у варіантах досліду знаходилася у межах похибки, а у роки з оптимальною зволоженістю достовірна прибавка отримана при рихленні ґрунту дисковими знаряддями.

Розглядаючи врожайність льону-довгунця на сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті у середньому за 1990–1998 роки, можна стверджувати, що отримано достовірний приріст врожаю соломи при застосуванні безполицевих способів обробітку ґрунту, і особливо на фоні дискування (табл. 3.13).

Таблиця 3.13

**Урожайність льону-довгунця залежно від обробітку
сірих лісових легкосуглинкових ґрунтів, ц/га**

Обробіток ґрунту на глибину, см	Роки								Середнє за 8 років	Приріст	
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1997	1998		%	ц/га
<i>Солома</i>											
О20–22	62,7	47,9	52,0	29,2	33,4	60,4	38,6	78,5	50,3	100	–
Д10–12	72,5	53,6	63,0	45,8	42,5	55,5	43,6	69,7	55,7	110,7	5,4
П20–22	63,5	60,0	60,6	40,1	44,9	53,8	44,6	58,8	53,3	106,0	3,0
НР ₀₅	2,47	5,07	1,89	1,42	1,81	3,64	2,33	2,81	2,68	–	–
<i>Насіння</i>											
О20–22	4,3	3,6	3,3	3,5	4,1	6,2	7,9	5,7	4,8	100	–
Д10–12	5,1	4,4	4,2	5,4	4,8	5,4	7,9	5,8	5,4	112,5	0,6
П20–22	3,9	4,9	4,5	4,8	4,5	4,3	3,6	5,9	4,5	97,7	0,3
НР ₀₅	0,21	0,32	0,21	0,19	0,14	0,22	0,46	0,24	0,25	–	–

У перезволожені 1995 і 1998 рр. подекадний ГТК у червні коливався у межах 1,8–2,7, що забезпечило отримання високого врожаю соломи у варіанті з оранкою. На фоні безполицевих способів обробітку, в умовах надмірного зволоження поверхневого шару, створюються сприятливі умови для активного проростання насіння бур'янів запасу минулих років, тому збільшується забур'яненість посівів льону. Це призводить до зменшення врожайності соломи у 1995 році на 4,9–6,6, а у 1998 – на 8,8–19,7 ц/га, порівняно з оранкою.

У 1991 році друга і третя декади червня за показниками ГТК належать до послухливого періоду, а у 1992 I і II декади були сухі, ГТК знаходився у межах 0,1–1,0; III декада червня місяця 1994 р. взагалі без опадів, і саме у такі роки отримано високий приріст врожаю соломи і насіння на фоні безполицевого розпушування. У нормально зволожений період росту і розвитку, до якого належать 1990–1993 рр., безполицеві обробітки дають достовірний приріст врожаю льонопродукції.

За період вилежування трести втрачається 20 % ваги соломи за рахунок розкладу пектинових та інших речовин грибами і бактеріями, тому і врожайність трести менша за врожайність соломи. Враховуючи вихід всього, у тому числі і довгого волокна із трести, можна стверджувати, що як на дерново-середньопідзолисту оглеєну супіщаному, так і сірому легкосуглинковому ґрунтах дискування і плоскорізний спосіб обробітку забезпечують додаткове отримання як всього, так і довгого волокна. Комплексним показником тіпаного волокна є його процентономер, який на дерново-середньопідзолисту ґрунті і безполицевому обробітку на 17,4–21,9 і на сірому на 10,5–5,7 вищий за оранку. Якість волокна після прочісування, особливо його міцність і розрахункова добротність прядива, є вищими при безполицевих способах обробітку ґрунту (табл. 3.14).

У середньому за 18 років досліджень кращі результати отримані за показниками продуктивності і якості у варіантах з безполицевими способами обробітку ґрунту.

На дерново-середньопідзолистих оглеєних супіщаних ґрунтах у посушливі і дуже посушливі періоди інтенсивного росту врожайність соломи і насіння у всіх варіантах обробітку ґрунту однакова, а у роки з оптимальною зволоженістю і перезволожені перевага залишається за безполицевими способами обробітку.

На сірому суглинковому ґрунті кращі результати мають безполицеві способи обробітку.

У перезволожені роки посіви льону-довгунця на фоні дискування і плоскорізного обробітку мають високу забур'яненість, що призводить до зменшення врожайності льонопродукції.

В оптимальні за показниками гідротермічного коефіцієнту періоди вегетації льону отримано достовірний приріст врожаю при безполицевих способах обробітку ґрунту.

Таблиця 3.14

Урожайність і якість льонопродукції залежно від способів основного обробітку ґрунту

Обробіток ґрунту	Урожайність, ц/га				Вихід волокна, %		Якість довгого волокна		Міцність, кгс	Гнучкість, мм	Метричний номер	Розрахункова добротність прядива, шт. на 100 веретен за годину
	трести	сорто-номер трести	волокна		всього	у. т. довгого	сорто-номер	проценто-номер				
			всього	у. т. числі довгого								
<i>Дерново-середньопідзолисті оглеєні- суглинки(1981–1985 рр.)</i>												
О20–22см	36.1	1.37	9.6	6.1	26.8	16.9	9.7	169.9	18.1	63.9	168	16,8
Д10–12см	37.8	1.42	10.4	6.6	27.6	17.6	10.3	181.3	19.3	66.8	311	17.6
П20–22 см	36.7	1.54	10.3	6.7	28.1	18.4	10.1	185.8	19.3	66.7	229	17.4
<i>Сірі лісові легкосуглинкові (1990–1998 рр.)</i>												
О 20–22см	40.8	1.51	11.2	7.6	27.4	18.6	10.1	187.9	19.8	67.3	357	17.2
Д10–12см	44.6	1.73	12.7	8.4	28.5	18.9	10.5	198.4	21.4	68.4	351	17.9
П20–22 см	42.7	1.7	12.1	8.0	28.4	18.8	10.3	193.6	21.3	69.6	349	17.5

3.3. Вплив агроеліоративних прийомів на водно-фізичні властивості дерново-глеєвих ґрунтів, періодичність росту та продуктивність

Технологія вирощування льону-довгунця на перезволожених ґрунтах вимагає особливого підходу до основного обробітку дерново-глеєвого ґрунту, регулювання водно-повітряного та радіаційного режиму.

Серед багатьох екологічних факторів особливо важливе значення має вологість. Основні положення про водний режим рослин розглянуто у роботі А.М. Алексєєва [4].

У льону-довгунця специфічне відношення до вологи і його зараховують до вологолюбивих культур. Спостереження Ф.Н. Гудінова [103], П.В. Денісова [111] показали прямий зв'язок між врожаєм льону і кількістю опадів за вегетаційний період, який за межами понад 250 мм порушується. За таких умов виникає надлишок вологи у ґрунті, що викликає вилягання льону.

За даними І.А. Сізова [295], найбільш чутливий льон-довгунець до нестачі вологи у ґрунті у перший період вегетації. У фазі “ялинка” зниження вологості ґрунту від 60 до 40 процентів по відношенню до повної вологоємності суттєво впливає на ріст і кінцеву висоту стеблостою, особливо позначається це у період швидкого росту. Пригнічення процесів органічного синтезу у цьому випадку призводить до зниження врожайності. М.І. Афонін [30] підкреслює, що після цвітіння вологоспоживання льону зменшується.

Е. Schober, Menzel [406], А.А. Барцева, Ф.А. Струнников [43], прийшли до висновку, що ґрунтова посуха не тільки призводить до зниження врожайності волокна, а й погіршує його якісні показники.

Як вважають Е.Н. Долгова, Б.С. Долгов [140], при нестачі вологи кращі умови для росту і розвитку льону в посівах утворюються після картоплі, а при оптимальній зволоженості – після багаторічних трав.

Як вказують М.І. Афонін, А.М. Михайлова [31], льон використовує майже стільки вологи, скільки лучні сіяні трави.

Л.Д. Фоменко [329] вважає, що для ведення культури льонарства найбільш придатні осушені мінеральні і торфво-болотні ґрунти з підземним водним живленням. В Українському Поліссі короткочасні весняно-літні посухи (квітень, травень, червень) – явища надто часті. У кінці травня і у червні, у період швидкого росту, коли формується врожай волокна, температура повітря часто піднімається до 35 °С і вище, а відносна вологість коливається в межах 30 %. При відсутності в ґрунті запасів вологи на посіви льону одноразово діють повітряна і ґрунтова посухи, які обумовлюють “підпалення льону”.

Природна зволоженість території за певний відрізок часу (у даному випадку період швидкого росту – бутонізація), який, як правило, настає в червні, математично виражається через гідротермічний коефіцієнт (ГТК):

$$\text{ГТК} = \frac{\sum m \cdot 10}{\sum t > 10^\circ \text{C}},$$

де: $\sum m \cdot 10$ – сума опадів за певний період, мм;

$\sum t > 10^\circ \text{C}$ – сума середньодобових активних температур повітря за цей же період, вище 10°C;

10 – коефіцієнт переведення суми активних температур повітря у кількість випарованої вологи, мм.

На Поліссі України значення ГТК можна коротко характеризувати умовами зволоженості весняно-літнього періоду такими показниками:

1,5–2,0 – зволожений;

2,1–2,5 – добре зволожений;

> 2,5 – перезволожений;

1,0–1,4 – посушливий;

0,6–0,9 – сухий;

< 0,6 – дуже посушливий.

Оскільки основним періодом у життєдіяльності льону є невеликий проміжок часу, в межах 28–32 днів, і припадає він, як правило, на червень, за цей період найбільше використовується поживних речовин і запасів продуктивної вологи, то необхідно дати характеристику цього періоду за роки проведення досліджень (табл. 3.15).

Таблиця 3.15

Гідротермічні коефіцієнти за червень в роки проведення досліджень (1981–1998 рр.)

Роки	Опади, мм	$\Sigma t^{\circ}>10^{\circ}\text{C}$	ГТК
1981	122	576	2,1
1982	127	474	2,7
1983	60	510	1,2
1984	101	438	2,3
1985	118	477	2,5
1986	62	534	1,2
1987	52	519	1,0
1988	136	510	2,7
1989	168	531	3,2
1990	121	492	2,4
1991	75	513	1,5
1992	77	525	1,5
1993	95	471	2,0
1994	78	462	1,7
1995	62	561	1,1
1996	61	534	1,1
1997	135	519	2,6
1998	125	558	2,2

За даними ГТК до зволжених років слід віднести: 1991, 1992, 1993, 1994; до добре зволжених – 1981, 1984, 1985, 1990, 1998; до перезволжених – 1982, 1988, 1989, 1997; до посушливих – 1983, 1986, 1987, 1995 і 1996. Якщо розглянути більш глибоко ГТК за червень у посушливі роки, то слід відмітити, що саме у 1983 році посушливими були 1 і 3 декади; у 1986 – 1 і 2; у 1987 – 3; у 1995–1996 роках лише 1 декади. Виходячи з розрахунків ГТК за 1983 і 1986 роки, який за дві декади активного росту становив відповідно – 0,4 і 0,74, можна з впевністю стверджувати, що саме ці роки характеризуються як дуже сухі й сухі.

Тому за 19 років проведених досліджень лише два роки, або частота повторень сухих років, становить як 1:9–10, а посушливі – 1:4.

Таке нестабільне природне явище вимагає розробки науково обґрунтованих робочих гіпотез і пошуків шляхів їх реалізації, які б відображали систему заходів, що попереджують загибель льону як від посухи, так і від перезволоження. А це в першу чергу розміщення льону на вологоємких суглинкових і супіщаних оглеєних та осушених мінеральних ґрунтах.

Дослідження попередніх років показують позитивний вплив рихлення ґрунту на його водний, тепловий режим і на продуктивність сільськогосподарських культур [2, 143, 165, 225, 233, 235, 287, 337].

У досліджах Білоруського НДІМІВГ, за даними Ш.І. Брусіловського [63], Б.С. Маслова [225], у перший рік після проведення глибокого рихлення важких ґрунтів щільність їх зменшилась на 35–40 %, на другий – на 16–41 %, на третій – на 11–13 %, на четвертий була близькою до щільності ґрунту без рихлення. Покращується і аерація ґрунту: у перший рік вона збільшилась на 6,6–8,2 %, другий – на 3,1–6,7 %.

За дослідженнями Е.І. Ельцова [148], Ш.І. Брусіловського [61, 62], Ю.Д. Зикова [160], глибоке рихлення збільшило об'єм дренажного стоку на 1,8 раза і скоротило період перезволоження орного шару на 14–18 діб. Коефіцієнт фільтрації у перший рік після глибокого рихлення на глибині 30–50 см збільшився у 26 разів, через 3 роки – у 7 і на 4-ий рік – у 3 рази. Б.С. Маслов [225], Ш.І. Брусіловський [63] довели, що у перші два роки після глибокого рихлення на глибині 25–50 см НВ збільшилась на 1,3–1,9 %, вологість в'янення зменшилась на 2,2–2,6 %.

У дослідженнях І.І. Величка [73], Ш.І. Брусіловського [63] стверджується, що глибоке рихлення сприяє перерозподілу вологи у межах розташування кореневої системи. У зволожені весняно-осінні періоди вологість ґрунту тут у 1,5 раза нижча, а у літні посушливі місяці на 5–10 % вища.

Основними способами осушення перезволожених ґрунтів Житомирської області є систематичний закритий дренаж з віддаллю між дренами 14–20 м. Проте практика показала, що застосування його на важких ґрунтах не завжди забезпечує оптимальний водний режим. Більш щільне розташування дренажу суттєво

збільшує вартість осушення і при цьому лише частково змінює величину стоку [225].

Одним з прийомів, що підвищує ефективність роботи дренажу, є глибоке розпушування. За даними Ш.І. Брусіловського [61, 62], Е.І. Ельцова [148], Р.Н. Марчук та інших [224], глибоке рихлення дозволяє збільшувати водопроникність ґрунту у десять разів, зменшити об'ємну масу ґрунту на 10–15 %, збільшити шпаруватість на 10–20 %.

За даними Міністерства меліорації і водного господарства, а також Білоруського НДІМ і ВГ [325], у середньому за 4 роки при глибокому рихленні врожай озимої пшениці збільшився на 18–20 %, ячменю – на 12–15 %, вико-вівсяної суміші на – 37–80 %, картоплі – на 12 %. Прибутки від урожаю за один рік у 2–3 рази вищі вартості глибокого рихлення.

Щодо агро меліоративних заходів у північно-західних регіонах Українського Полісся, то виходячи з існуючих джерел, видно, що такі дослідження небагаточисельні. Так, у роботах З.М. Іонова [165], В.В. Дорошенко [143] підкреслюється необхідність глибокого рихлення ґрунту як засобу руйнування водонепроникного шару.

У результаті досліджень, які провели у цьому регіоні М.І. Долгілевич, В.Г. Дідора та інші [252]; М.І. Долгілевич [134, 135]; М.І. Долгілевич, Б.В. Борисюк [136], виявлено, що при дії глибокого рихлення підсилюється дренажний стік у 2–4 рази.

Проведені дослідження підтверджують різний рівень ефективності глибокого рихлення тяжких, слабководонепроникних ґрунтів, проте ще ними недостатньо з'ясована ефективність кротування мінеральних ґрунтів, осушених закритим дренажем.

І, нарешті, необхідно відмітити, що в Україні відсутні дослідження щодо вивчення добової періодичності, ритмічності і швидкості росту льону-довгунця при постійній їх реєстрації впродовж вегетаційного періоду на осушених закритим дренажем перезволожених мінеральних ґрунтах.

Фізико-механічні властивості і вологозабезпеченість. Проведення глибокого розпушування і кротування призвело до зменшення щільності ґрунту у зоні проходження робочих органів. На глибині 30–40 см щільність ґрунту в контрольному варіанті (оранка на 20–22 см) становила 1,17 г/см³, а оранка з додатковим рихленням забезпечила зниження щільності ґрунту до 1,1 г/см³, у

варіанті з кротуванням – 1,19 г/см³. Розпушування з кротуванням на глибині 30–40 см дозволяє зменшити щільності ґрунту на 0,06–0,04 г/см³.

Без рихлення і з проведенням рихлення на глибині 60–70 см щільність ґрунту становила 1,53 г/см³, а дещо вище проходу робочих органів – 1,41г/см³.

У цілому в шарі ґрунту 0–40 см у варіантах з розпушуванням щільність ґрунту складає 1,05, а при рихленні з кротуванням – 1,10 г/см³. У метровому шарі ґрунту щільність майже не змінилась.

Динаміка шпаруватості ґрунту має такі ж зміни, як і за щільністю. Шпаруватість ґрунту на глибині 30–40 см до розпушування і кротування становила 53,6 %, а після проведення меліоративних прийомів досягла 56,1–57,2 %, а в кінці вегетації – з 50,7 до 51,9–53,1 %. При рихленні на глибину 60–70 см шпаруватість у шарі 0,70 см після закладки досліду збільшилась з 51,1 % до 52,6–54,6 %, а в кінці вегетації – з 50,3 до 51,8–53,9 % (табл. 3.16).

Таблиця 3.16

Шпаруватість дерново-глеюватого ґрунту залежно від агромеліоративних прийомів, % (середнє за 1986–1990 рр.)

Глибина, см	О20–22см (контроль)	К+Р30–40 см	К+Р60–70 см	К+РК 30–40 см
<i>Після закладання досліду</i>				
0–40	53,6	51,6	57,2	57,2
0–70	51,1	53,5	54,6	52,6
0–100	48,3	48,9	49,9	51,0
<i>Наприкінці вегетаційного періоду</i>				
0–40	50,7	51,9	53,1	52,3
0–70	50,3	51,8	53,9	53,1
0–100	46,6	48,0	47,0	46,9

Примітка: О – оранка; К – контроль; Р – рихлення; РК – рихлення з кротуванням.

Інтегральним показником фізико-механічних властивостей ґрунту є водопроникність. При підготовці ґрунту і проведенні рихлення на глибину 30–40 см коефіцієнт фільтрації збільшився з 0,09 до 0,14, після розпушування з кротуванням він досягає 0,23, а після розпушування на глибину 60–70 см – 0,32 м добу (таблиця 3.17).

Таблиця 3.17

Коефіцієнт фільтрації дерново-глеюватого суглинкового ґрунту залежно від агрономіоративних прийомів, м/добу

Роки	Обробіток ґрунту на глибину, см			
	020–22 см (контроль)	К+Р30–40 см	К+Р60–70 см	К+РК–30–40 см
1987	0,01	0,06	0,07	0,07
1988	0,03	0,06	0,08	0,08
1989	0,05	0,09	0,12	0,12
середнє	0,03	0,07	0,09	0,09

Таким чином, коефіцієнт фільтрації у результаті проведення розпушування з кротуванням збільшується у три рази.

У результаті проведення глибокого рихлення поверхневий шар ґрунту перед посівом мав оптимальні показники і був вільним від залишкової вологи (табл. 3.18).

Незважаючи на активні опади, перезволоження (вміст вологи більше НВ) ґрунту не спостерігалась. У варіанті з оранкою у міру росту і розвитку вже у фазі “ялинка” вологість ґрунту різко зменшилась за рахунок пересихання орного шару. Такого явища не спостерігається у варіантах з глибоким розпушуванням. З опадами вологість ґрунту у поверхневому шарі збільшувалась. Постійні запаси вологи з невеликими коливаннями у період інтенсивного росту утворювались у шарі ґрунту 0–60 см і становили 85–88 %, у варіантах з агрономіоративними обробітками.

Таблиця 3.18

Вологість ґрунту, % від НВ (середнє за 1987–1989 рр.)

Обробіток ґрунту на глибину, см	Шар ґрунту, см	Фази росту і розвитку					
		перед посівом	сходи	”ялинка”	бутонізація	цвітіння	зелена стиглість
О 20–22 (контроль)	0–60	94	85	31	90	78	70
	0–100	89	84	34	86	76	71
К+Р 30–40	0–60	94	76	79	85	79	66
	0–100	91	77	89	90	83	72
К+Р 60–70	0–60	98	76	76	88	66	70
	0–100	93	75	77	85	69	77
К+РК 30–40	0–60	74	76	80	66	64	78
	0–100	76	79	79	72	67	70

Формування врожаю залежить від використання вологи і має безпосередній зв'язок з продуктивними запасами. На богарних ґрунтах і при незрошувальному землеробстві зв'язок врожаю з вологозапасами у кореновому шарі не постійний і залежить від опадів, родючості ґрунтів, теплових ресурсів зони, сортів.

Регулювання водного режиму у польових умовах здійснюється системою обробітку ґрунту. Накопичення вологи у метровому шарі ґрунту до польової вологості відбувається в осінньо-зимовий період за рахунок опадів восени, зимового танення снігу. У міру відтаювання ґрунту надлишок води скидається. Поверхневий сніг може досягати до 30 і більше відсотків річних опадів. Щоб зберегти вологу, створити умови її накопичення у нижніх шарах ґрунту, застосували агрометеліоративні прийоми (табл. 3.19).

Таблиця 3.19

**Продуктивні запаси вологи залежно від обробітку ґрунту, мм
(середнє за 1987–1990 рр.)**

Глибина, см	Обробіток ґрунту на глибину, см			
	О 20–22 (контроль)	К + Р30–40	К + Р60–70	К + РК 30–40
<i>перед посівом</i>				
0–60	124,6	130,8	134,9	138,9
0–100	196,1	203,8	204,9	198,3
<i>сходи</i>				
0–60	119,8	106,2	107,4	105,1
0–100	197,4	166,9	165,5	166,6
<i>“ялинка”</i>				
0–60	103,8	115,1	109,4	109,0
0–100	219,7	207,2	204,8	186,2
<i>бутонізація</i>				
0–60	146,0	136,8	144,1	133,5
0–100	227,3	229,3	221,5	201,3
<i>цвітіння</i>				
0–60	115,7	122,0	96,9	106,2
0–100	208,5	231,2	191,2	191,1
<i>рання жовта стиглість</i>				
0–60	107,5	92,6	83,4	74,6
0–100	191,3	177,5	168,3	167,7

З даних таблиці 3.19 видно, що перед посівом у шарі ґрунту 0–60 см кількість продуктивної вологи у міру застосування глибокого рихлення збільшувалась: у варіанті з рихленням на глибину 30–40 см – на 60,2, рихленням на глибину 60–70 см – на 103, рихленням з кротуванням на глибину 30–40 см – на 143 тонни на 1га. У шарі ґрунту 0–100 см ця залежність зберігається лише при застосуванні глибокого рихлення на 30–40 і 60–70 см, а у третьому варіанті запаси продуктивної вологи майже на рівні з контролем. Протягом вегетаційного періоду накопичення вологи відбувалось за рахунок опадів у літній період і зберігалось у шарі 0–100 см достатньо високим.

Академік І.С. Шатілов [342], вивчаючи річний баланс вологи у метровому шарі ґрунту, прийшов до висновку, що загальні невірні втрати ґрунтової вологи у результаті випаровування

за період від сходу снігу до сходів зернових і картоплі становить 25–30 % від загальних її витрат за період вегетації. На бідних і неудобрених ґрунтах сумарне водоспоживання нижче на 10–12 % у порівнянні з більш забезпеченими ґрунтами.

У наших досліджах загальні запаси вологи в метровому шарі у середньому за 1987–1990 роки восени після проведення агро-меліоративних прийомів збільшилися лише при застосуванні рихлення ґрунту з кротуванням на глибину 30–40 см на фоні оранки на 15 мм (табл. 3.20).

За рахунок опадів восени і взимку запаси вологи збільшилися у всіх варіантах. На ділянках, де проводилась лише одна оранка, запаси вологи навесні на 14–22 мм більші в порівнянні з варіантами глибокого рихлення.

Якщо навесні дренажний стік у всіх варіантах досліджу був однаковий, то за рахунок рихлення на глибину 30–40 см він збільшився на 15 мм, при застосуванні глибокого рихлення на 60–70 см – на 30 мм і при додатковому кротуванні – на 36 мм.

За період вегетації льону-довгунця випало 248 мм опадів.

Таблиця 3.20

Баланс вологи метрового шару ґрунту і водоспоживання залежно від агро-меліоративного обробітку, мм (середнє за 1987–1990 рр.)

Показники	Обробіток ґрунту на глибину, см			
	О 20–22 (контроль)	К+ Р 30– 40	К+ Р 60– 70	К+ РК 30–40
Запаси вологи попередньої осені	279	282	281	294
Опади восени і взимку	201	191	201	191
Запаси вологи навесні	354	340	331	332
Весняний ґрунтовий і дренажний стік	107	128	137	143
Опади за вегетацією	248	248	248	248
Запаси вологи восени	280	258	262	261
Сумарне водоспоживання	356	359	376	358

У фазі ранньої жовтої стиглості запаси вологи становили на фоні оранки – 280 мм, а у варіантах з рихленням на 22–18 мм менше. Агромеліративні прийоми, особливо рихлення на глибину 60–70 см, призводять до зниження коефіцієнта водоспоживання на 83 м³/т, та за рахунок збільшення врожаю сумарне водоспоживання зростає.

Радіаційний баланс. Особливості радіаційного режиму рослинного покриву, вивчали різні автори: А.Г. Амірджанов [6]; Л.Н. Бабушкін [36]; З.М. Біхем, Х.А. Молдоу, Ю.К. Росс [58]; Н.Н. Вигодська [87]; Н.І. Гойса, Н.А. Перелет [95]; Н.А. Єфімова [150]; В.В.Набока, М.И.Черникова [242], А.С.Оканенко, Х.Н.Починок, Б.А.Митрофанов, Б.И.Гуляев [167]; Ю.К.Росс, Т.Нільсон [289]; Ю.К.Росс [288]; Х.Г.Тоомінг [320]. У результаті цих досліджень було визначено, що:

1. Освітлення сонячним випромінюванням всередині рослинного покриву залежить від інтенсивності інсоляції і віддалі між рослинами. Максимальне освітлення спостерігається при найбільшому співпадінню променів сонця і напрямків рядків.

2. Пропускання сонячної радіації має добовий хід з максимумом 12 год.

3. Коефіцієнт пропускання змінюється впродовж онтогенезу: максимальних значень він досягає на початку вегетації і мінімальних – при максимальному розвитку зеленої маси. Наприклад, за даними Х.Г. Тоомінга [320], коефіцієнт пропускання прямої радіації складає 0,4–0,6 при відносній площі листків 1–2 і зменшується до 0 при $L = 6–7$.

Дослідження радіаційного балансу всередині рослинного покриву показали, що для всіх культур вирішальним фактором формування радіаційного поля у рослинному покриві є відносна площа елементів рослин.

Виходячи з багаторічних досліджень (табл. 3.21) радіаційного балансу, можна зробити висновки, що він залежить і від запасів вологи у поверхневому (20 см) шарі ґрунту.

Таблиця 3.21

Радіаційний баланс та його елементи залежно від агромеліоративних прийомів

Обробіток ґрунту на глибину, см	Запаси вологи у шарі 20 см, мм	Радіаційний баланс, ккал/см ² ·хв	Радіація, ккал/см ² ·хв			
			пряма	розсіяна	сумарна	відбита
<i>“Ялинка”</i>						
O20–22 (контроль)	52	0,17	0,11	0,21	0,32	0,15
K+ P 30–40	56	0,18	0,08	0,26	0,34	0,16
K+ P 60–70	56	0,18	0,12	0,17	0,29	0,11
K+ PK 30–40	51	0,16	0,09	0,24	0,33	0,16
<i>Цвітіння</i>						
O20–22 (контроль)	42,90	0,29	0,25	0,21	0,46	0,17
K+ P 30–40	46,76	0,36	0,27	0,26	0,53	0,25
K+ P 60–70	48,84	0,34	0,30	0,24	0,54	0,20
K+ PK 30–40	40,68	0,32	0,28	0,15	0,43	0,11
<i>Рання-жовта стиглість</i>						
O20–22 (контроль)	34,71	0,33	0,39	0,14	0,53	0,20
K+ P 30–40	41,37	0,45	0,51	0,15	0,66	0,21
K+ P 60–70	36,28	0,39	0,43	0,15	0,58	0,29
K+ PK 30–40	34,45	0,36	0,38	0,09	0,47	0,11

Так, у фазі росту і розвитку льону “ялинка”, при відносно великих запасах вологи у варіантах з рихленням ґрунту на 30–40 і 60–70 см радіаційний баланс становить 0,18 ккал/см²·хв., а при зменшенні кількості вологи у ґрунті за період вегетації радіаційний баланс збільшується. Спостерігається напрямок збільшення кількості відбитої радіації у міру ущільнення посіву і формування площі листової поверхні.

Радіаційний баланс за період вегетації становив 0,16–0,45 ккал/см²·хв, сумарна радіація – 0,32–0,56. Величина відбитої

радіації складає 0,11–0,27 кал/см²хв. У міру росту і розвитку асиміляційного апарату, збільшення транспірації, використання вологи з ґрунту змінювалась величина відбитої радіації. До фази цвітіння при великих запасах вологи у ґрунті (40,7–48,8 мм) відбита радіація становила 43,2–50,0 % від сумарної радіації і залежала від запасів вологи у ґрунті. Починаючи з кінця фази бутонізації, кількість відбитої радіації становила 30,6–40,8 % від сумарної радіації і зменшилась у зв'язку з використанням вологи у ґрунті. Попередні досліди із визначення площі листової поверхні свідчать про те, що відбита радіація виросла у відповідності з ростом площі зеленої поверхні. На початку стиглості кількість відбитої радіації від сумарного її приходу становить у варіанті з глибоким рихленням (60–70 см) – 50 %, це пояснюється високим ростом рослин і щільністю формування листової поверхні у верхній частині стебла.

Періодичність росту і продуктивність. Застосування глибокого рихлення забезпечило покращення фізико-механічних властивостей, збільшення коефіцієнта інфільтрації, утримання впродовж періоду вегетації оптимальних умов вологозабезпеченості, сприяло активному росту льону у висоту (таблиця.3.22).

Таблиця 3.22

Висота льону-довгунця залежно від меліоративних прийомів, см (середнє за 1987–1989 рр.)

Обробіток ґрунту на глибину, см	Фази росту і розвитку					
	“ялинка“	бутонізація	цвітіння		ранньо-жовта стиглість	
			загальна	технічна	загальна	технічна
К+ 20–22 (контроль)	9,4	56,4	73,3	66,2	80,5	66,3
К+Р 30–40	10,6	58,1	82,1	74,4	89,3	75,8
К+Р 60–70	10,6	57,6	8,3	75,1	88,7	75,2
К+РК 30–40	10,7	55,2	75,2	68,9	82,3	69,3

З даних таблиці 3.22 видно, що рихлення на 30–40 і 60–70 см без кротування дозволяє отримати високий за довжиною стеблостій як загальної, так і технічної довжини, рослини льону в цих варіантах мають приріст на 8,8–8,2 см більший, ніж у варіанті з оранкою.

Автоматична реєстрація добової періодичності росту (рис. 3.3) показує, що загальні біоритми (циркадні) знаходяться у межах 24 годин і їх закономірність у пульсації залишилася без змін.

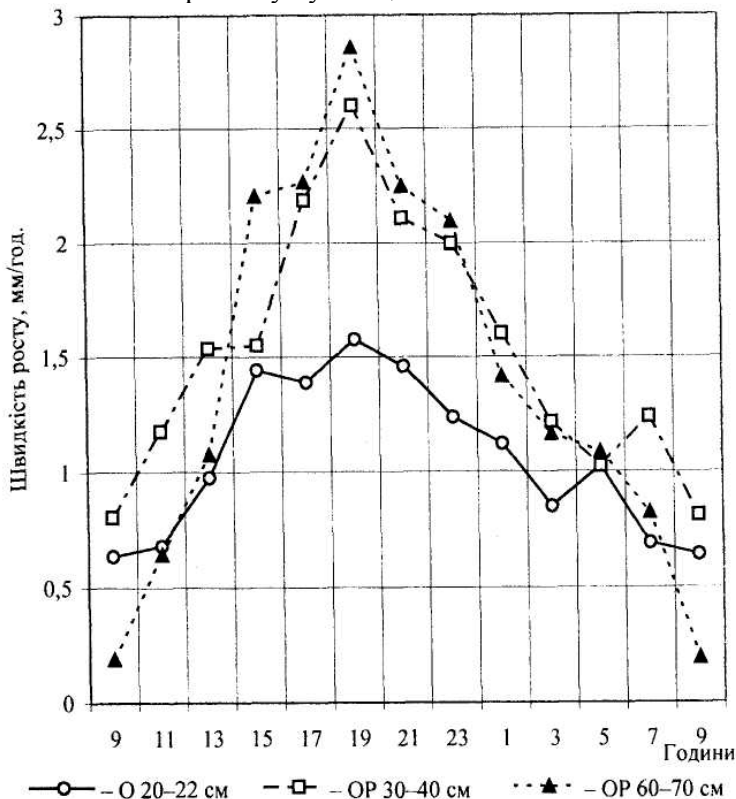


Рис.3.3. Добова періодичність росту льону-довгунця залежно від агромеліоративних прийомів у фазі бутонізації (1987–1988 рр.)

Глибоке рихлення ґрунту забезпечує швидкість росту за кожну годину доби на 0,3–1,28 мм більше, порівняно з контролем. Крива росту у варіанті з рихленням на глибину 60–70 см має максимальні показники, і максимум його настає о 19-ій годині. Період швидкого росту продовжується з 15-ої до 24-ої години, тобто становить 9 годин, що на 2 години довше, ніж

у контрольному варіанті. Розглянувши закономірності швидкості росту вдень і вночі, можна зробити висновки, що у всіх варіантах меліоративного обробітку ґрунту добова швидкість росту однакова і становить на контролі – 1,05–1,08, при рихленні на глибину 30–40 см – 1,45–1,53 (з перевагою вночі) і у варіанті з рихленням на глибину 60–70 см – 1,5–1,6 мм/год. Середня загальнопогодинна швидкість росту при глибокому рихленні була на 0,38–0,44 мм більша, ніж на оранці.

За нашими даними [128], агро меліоративні прийоми забезпечили оптимальні умови добової періодичності росту і формування фотосинтетичного апарату (таблиця 3.23).

Таблиця 3.23

Динаміка фотосинтетичного апарату залежно від агро меліоративних прийомів (середнє за 1987–1989 рр.)

Обробіток ґрунту на глибину, см	Кількість листків на 1 рослині, шт.			Площа 1 листка, см ²			Листкова поверхня, тис. м ² /га		
	Фази росту і розвитку								
	“ялинка”	бутонізація	цвітіння	“ялинка”	бутонізація	цвітіння	“ялинка”	бутонізація	цвітіння
О 20–22 (контроль)	40	<u>56</u> * 18**	<u>46</u> 29	0,42	0,73	0,59	33,2	72,1	47,9
К+ Р 30–40	41	<u>60</u> 15	<u>46</u> 31	0,48	0,78	0,67	33,9	85,9	54,6
К+ Р 60–70	42	<u>60</u> 13	<u>47</u> 30	0,47	0,75	0,64	38,2	85,7	54,6
К+ РК 30–40	42	<u>61</u> 11	<u>46</u> 35	0,45	0,78	0,66	35,6	85,6	47,6

Примітка: * – у чисельнику – зелені; ** – у знаменнику – жовті.

До фази “ялинка” площа листків на одній рослині у варіантах досліду була майже однакова. У фазі бутонізації на нижній частині стебла листки почали відмирати і не брали участь у процесі фотосинтезу, тому що при достатньо високому стеблостой і оптимальній густоті нижній ярус взаємозатіняється. Так, якщо загальна кількість листків у фазі бутонізації становила 74 у контрольному варіанті і відповідно при глибокому рихленні – 75–72, то найменша кількість жовтих була у другому і третьому варіантах. У фазі цвітіння загальна облиственність одного стебла при оранці становила – 75, при рихленні на глибину 30–40 см – 76 і 60–70 см – 77 шт. другому – 76, в третьому – 77, при глибокому рихленні з кротуванням – 81 листок. Проте кількість жовтих листків, які не брали участь у фотосинтезі, у четвертому варіанті була на 6 шт. більша, порівняно з контролем.

Розмір площі листової пластинки уже у фазі “ялинка” помітно відрізняється по варіантах. Якщо при оранці вона становила $0,42 \text{ см}^2$, то при застосуванні рихлення збільшилась на $0,03\text{--}0,06 \text{ см}^2$. У фазі бутонізації розмір площі одного листочка у всіх варіантах виріс до $0,73\text{--}0,78 \text{ см}^2$ і найбільше вона сформувалась у варіантах із застосуванням рихлення ґрунту.

За рахунок відмирання нижніх, більш великих листків, площа одного листочка у фазі цвітіння різко зменшилась, оскільки у верхньому ярусі листові пластинки мають невелику асиміляційну поверхню і в цій фазі росту і розвитку вона на $0,02\text{--}0,05 \text{ см}^2$ більша у порівнянні з оранкою. Основним показником продуктивності фотосинтезу посіву, безумовно, є загальна площа асиміляційної поверхні на одиницю площі. Найбільша площа листової поверхні була сформована у варіантах із застосуванням глибокого рихлення ґрунту і коливається у межах $85,6\text{--}85,9 \text{ тис. м}^2/\text{га}$, що на $13,5\text{--}13,8 \text{ тис. м}^2$ більше, ніж на оранці. Необхідно відмітити, що індекс листової поверхні льонуводгунця у порівнянні з іншими культурами досить високий, але не вся зелена поверхня бере участь у поглинанні енергії сонця у зв'язку з тим, що щільність стеблостою надто висока і коли-

вається у межах 1800–2000 шт./м². Листки середніх і нижніх ярусів – більш затінені і майже не беруть участь у фотосинтезі. Доказом цього є визначення чистої продуктивності фотосинтезу (табл. 3.24).

Таблиця 3.24

Залежність чистої продуктивності фотосинтезу від агрометеорологічних прийомів (середнє за 1987–1989 рр.)

Обробіток ґрунту на глибину, см	Продуктивність фотосинтезу, ($\Phi_{\text{ч.пр.}}$ г/см ² .добу)			
	Фази росту і розвитку			
	„ялинка”	бутонізація	цвітіння	зелена стиглість
О 20–22 (контроль)	3,2	5,7	6,9	4,3
К+ Р30–40	3,3	6,3	9,4	5,6
К+ Р 60–70	3,4	6,8	9,8	5,7
К+ РК30–40	3,2	6,4	8,7	4,9

Як відмічає С.І. Лебедев [204], одним із шляхів підвищення врожайності є збільшення розмірів працюючого апарату рослин, а саме асимілюючих органів. Ось чому необхідно турбуватись, перш за все, про збільшення площі асимілюючих органів (листіків). Х. Такэсі [315] стверджує, що збільшення площі листків у великій мірі впливає на початковий ріст ваги сухої речовини і це є фактором зворотного зв'язку накопичення сухої маси речовини і площі листового апарату.

Вивчаючи процеси фотосинтезу на культурі льону-довгунця, Л.І. Молканова, Л.Н. Молканов (239) дійшли до висновку, що між сумарною площею листків і врожаєм соломи існує прямий позитивний зв'язок. Фотосинтез чистої продуктивності ($\Phi_{\text{ч. пр.}}$) коливається у межах 4,8–11,7 г на 1 м² на добу, і його зв'язок з урожаєм соломи невід'ємний.

З наших досліджень видно, що між формуванням листової поверхні і чистою продуктивністю фотосинтезу в динаміці, за фазами росту і розвитку, існує пряма залежність. Зростання $\Phi_{\text{ч.пр.}}$ пояснюється необхідною для росту листків вологозабезпеченістю. Так, у фазі „ялинка” 1 см² листової поверхні забезпечує

приріст сухої речовини на 3,2–3,4 г, дещо він зростає у варіанті з глибоким рихленням, де формується більш висока шпаруватість і збільшується продуктивна волога. У варіантах з додатковим меліоративними прийомами, у фазі бутонізації і особливо цвітіння, робота зелених листків різко покращується і забезпечує приріст сухої речовини відповідно на 0,7–1,1 і 1,8–2,9 г/м²·добу, порівняно з контролем.

Таким чином, застосування на фоні оранки глибокого рихлення позитивно впливало на фотометричні показники, ріст та продуктивність посіву льону-довгунця (табл. 3.25).

Таблиця 3.25

Урожайність льонопродукції залежно від агроеліоративних прийомів (середнє за 1987–1990 рр.)

Обробіток ґрунту на глибину, см	Урожайність соломи, ц/га	У переводі на		
		трести	волокно	
			всього	у т.ч. довгого
О20–22 (контроль)	46,5	36,3	8,9	4,2
К+Р 30–40	49,4	39,1	10,0	5,0
К+ Р 60–70	51,7	41,9	12,7	5,6
К+РК 30–40	50,9	40,7	10,0	4,9
НІР ₀₅	1,08	–	–	–

У середньому за 4 роки приріст врожаю соломи від застосування глибокого рихлення становив 2,9–5,2 ц/га, трести 2,8–5,6, волокна всього – 1,1–3,8, у т.ч. довгого – 0,7–1,4 ц/га, і найкращим варіантом за врожайністю волокна є оранка з додатковим глибоким рихленням на глибину 60–70 см.

Найвищим номером характеризувалась треста, отримана при застосуванні рихлення на глибину 30–40 і 60–70 см, а тому вміст і вихід всього, в тому числі і довгого волокна, а також сума процентнономерів отримані саме у цих варіантах. Якість продукції льону-довгунця показана у таблиці 3.26.

Таблиця 3.26

Вихід і якість волокна залежно від агромереліоративних прийомів, (середнє за 1987 –1990 рр.)

Обробіток ґрунту на глибину, см	Середній номер трести	Вміст волокна у тресті, %	Вихід волокна, %		Середній номер довгого волокна	Процентно-номер довгого волокна
			всього	в т.ч. довгого		
О 20–22	1,25	27,7	24,5	11,5	10,7	123,0
К+Р 30–40	1,75	28,4	25,7	12,7	10,9	138,4
К+Р 60–70	1,50	28,7	25,9	13,4	10,8	144,7
К+РК 30–40	1,25	27,9	24,8	12,1	10,7	129,5

3.4 Передпосівний обробіток ґрунту, періодичність росту і продуктивність

Головне завдання передпосівного обробітку ґрунту полягає у забезпеченні такої будови верхнього шару ґрунту, щоб при сівбі насіння льону рівномірно загорнути на глибину 1–1,5 см на суглинкових та 1,5–2,5 см на супіщаних ґрунтах. Крім того, насіння мусить бути покладене на ущільнений шар і загорнуте нетовстим шаром розпушеного ґрунту. Лише за такої умови будуть одержані дружні сходи і вирівняний стеблостій. Жодний агротехнічний прийом не впливає на вирівнювання стеблостою так, як передпосівний обробіток ґрунту.

Як вважає Л.Д. Фоменко [329], на легких суходільних ґрунтах застосовують передпосівний обробіток зябу під льон, який складається з культивуації та боронування, вирівнювання та коткування. Набуло поширення також застосування осіннього обробітку зябу (напівпаровий обробіток ґрунту), щоб навесні перед сівбою обмежитись лише багаторазовим боронуванням. Така система, на наш погляд, не забезпечує рівномірного, на

однакову глибину, загортання насіння. Особливо цей прийом неможливо застосувати на низинних ґрунтах, суглинкових за різного ступеня оглешення.

Як правило, підготовка ґрунту під посів льону за такою технологією вимагає 3–4 проходів агрегатів по полю, призводить до ущільнення ґрунту.

Л.Д. Фоменко [329] рекомендує для розпушування ґрунту застосовувати весняну культивуацію з боронуванням культиватором КП-4 в агрегаті з боронами ЗБТС-1,0; ущільнення проводити водоналивними катками ЗКВГ-1,4, а вирівнювання поверхні – брусом-вирівнювачем в агрегаті з легкими боронами ЗБП-0,6.

М.М. Труш [207] стверджує, що багаторазовий обробіток ґрунту навесні: ранньовесняне боронування, передпосівна культивуація або застосування дискових борін з наступним вирівнюванням та ущільненням призводять до переущільнення ґрунту та великих затрат коштів.

За даними І.С. Заворотченко [156], передпосівний обробіток легко- і середньосуглинкових ґрунтів сітчастими боронами, шлейф-планіровщиком з наступним ущільненням борончастими котками позитивно впливає на фізичні властивості ґрунту, польову схожість, густоту стеблостою. Передпосівне ущільнення позитивно впливає на підвищення врожайності, і для ущільнення рекомендується використовувати борончастий коток.

М.М.Труш [323] вказує на обробіток легкосуглинкових ґрунтів за схемою: рихлення дисковими лушчильниками у два сліди, через декілька днів – повторна передпосівна культивуація дисковими знаряддями з наступним ущільненням, це забезпечує збільшення врожаю волокна на 20%.

Більшість авторів вважають, що для ретельного обробітку ґрунту необхідно проводити ранньовесняне рихлення, передпосівну культивуацію, вирівнювання і ущільнення ґрунту.

А.Я.Соловйов, Л.М. Клятіс [300]; А.Я. Соловйов [301]; М.Г. Об'єдков [250]; В.Б. Ковальов, Д.С. Смик [187]; Л.Д. Фоменко, А.В.Струков [332]; І.П. Мельник, С.І. Панченко, В.Б. Ковальов [230]; І.П. Мельник, В.Б. Ковальов [229]. І.П. Карпець [173] вважають, що якість робіт і продуктивність праці на передпосівному обробітку ґрунту значно підвищується при використанні комбінованих агрегатів РВК-3 (РВК-3,6), РВК-4,5, ВИП-5,6, які за один прохід виконують декілька операцій.

Л.Д. Фоменко [329] також довів у своїх дослідях, що в системі вирівнювання–коткування має місце ущільнення верхнього та нижнього шарів ґрунту ($1,5\text{--}1,6\text{ г/см}^3$), внаслідок чого частина насіння залишається не загорнутою; тому він вважає доцільним після вирівнювання застосовувати боронування. Більшість вчених – льонарів помилково вважають, що вирівнювати ґрунт під льон можна культивацією з боронуванням, боронуванням та коткуванням. Необхідно відмітити, що всі види котків ущільнюють тільки випуклі елементи мікрорельєфу, складається загальна видимість вирівняного поля. Ось чому вирівнювання ґрунту перед ущільненням є обов'язковим прийомом. Застосування лише зчепки борін не забезпечує високоякісного передпосівного обробітку ґрунту оглеєних ґрунтів.

Проведені дослідження і впровадження у виробництво розробленої технології передпосівного обробітку ґрунту за даними В.Г. Дідори [122, 127], В.Б. Ковальова та В.Г. Дідори [231], забезпечує високий коефіцієнт вирівнювання – 0,96, щільність його знаходиться в межах $1,3\text{ г/см}^3$, польова схожість становить 92 %.

Весняний обробіток дерново-середньопідзолистих оглеєно-супіщаних ґрунтів проводили дисковим луцильником, а суглинкових, запливаючих – дисковими боронами.

У дослідях проводили вивчення різних технологій передпосівного обробітку ґрунту. В контрольному варіанті ранньовесняне рихлення проводили культиватором КПС-4 зі стрільчатими

лапами і середніми боронами ЗБЗСС-1, вирівнювання поверхні ґрунту – брусом-вирівнювачем, а ущільнення – кільчасто-шпоровими котками ЗККШ-6М.

За розробленою нами технологією на ранньовесняному обробітку ґрунту застосовували широкозахватний, дисковий лушитель ЛДГ-10 та дискову борону БДГ-10, які добре знищують паростки бур'янів і змішують з поверхневим шаром ґрунту внесені навесні мінеральні добрива та ґрунтові гербіциди. Вирівнювання і ущільнення ґрунту проводили комплексним агрегатом у складі вирівнювача поверхні ґрунту ВПН-5,6 в агрегаті з котками ЗККШ-6М власної конструкції.

Такий обробіток дозволяє скоротити кількість проходів агрегатів по полю до 2-х разів, забезпечує ретельне вирівнювання і ущільнення поверхні ґрунту (табл. 3.27).

Відомо, що на цих ґрунтах оптимальна глибина згортання насіння 1,5–2,0 см, при таких умовах глибина профілю коливається в межах 0,5–1,2 см. З даних таблиці 3.27 видно, що у варіанті, де застосовували чотири окремих прийоми передпосівного обробітку ґрунту, вирівняність висока, проте має місце надмірне ущільнення ґрунту (1,6 г/см³).

Висока вирівняність ґрунту отримана і у третьому варіанті, де передпосівне розпушування виконується дисковими знаряддями, але і у цьому випадку утворюється велика щільність ґрунту (1,4 г/см³).

Оптимальна щільність ґрунту для дружного проростання насіння була створена при застосуванні передпосівного розпушування ґрунту дисковими знаряддями, а вирівнювання з одноразовим ущільненням проводилось комплексним агрегатом нашої конструкції, в цих умовах вирівняність профілю становила 0,5 см, а щільність – 1,3 г/см³.

Таблиця 3.27

**Рівномірність загортання насіння льону залежно від передпосівного обробітку ґрунту
(середнє 1981–1985 рр.)**

Передпосівний обробіток ґрунту	Вирівняність профілю, см	Щільність на глибині 0–5 см, г/см ³	Загортання насіння на глибину, см (%)							Середня глибина загортання, см	Рівномірність загортання насіння		Кількість насіння загорнутого на глибину 2 см, %
			на по-верхні	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0		скупченість на глибині, см	кількість насіння на глибині, %	
Культивація з боронуванням + перед-посівна культивуація з боронуванням + вирівнювання + коткування	0,9	1,6	10	25	28	16	12	5	4	1,23	0,5–1,5	69	91
Культивація з боронуванням + передпосівний обробіток агрегатом РВК-3,6	1,2	1,5	5	20	34	21	8	8	4	1,28	0,5-1,5	75	88
Рихлення дисковими знаряддями+передпосівний обробіток агрегатом РВК-3,6	0,8	1,4	3	15	20	33	17	7	5	1,46	1,0–1,5	53	88
Рихлення дисковими знаряддями+ передпосівний обробіток агрегатом ВПН - 5,6+ЗККШ– 6М	0,5	1,3	0	0	5	38	44	13	0	1,82	1,5–2,0	82	87

Ступінь вирівнювання поверхні та щільність ґрунту при різних системах передпосівного обробітку найкраще виявляється при дослідженні глибини і рівномірності загортання висіяного насіння.

Оптимальних показників за рівномірністю глибини загортання насіння досягнуто при сівбі льону після передпосівного обробітку ґрунту, що складався з весняного рихлення дисковими знаряддями та наступного вирівнювання вирівнювачем поверхні ґрунту агрегатом ВПН-5,6 з одноразовим ущільненням із застосуванням кільчасто-шпорових котків ЗККШ-6м. В цьому випадку середня глибина загортання насіння становила 1,82 см і основна маса його (82 %) розміщувалась на глибині 1,5–2,0 см.

При застосуванні роздільних прийомів передпосівного обробітку ґрунту, 10 відсотків насіння залишається не заробленим в ґрунт, а глибина загортання коливається в межах 0–3,0 см, тобто воно розміщене по всьому профілю, а абсолютна більшість його (69%) загорнута в шарі ґрунту 0,5–1,5 см.

Непогані результати отримані і в третьому варіанті, де застосовували комплексний агрегат РВК-3.6, але кількість висіяного насіння на глибині 1,0–1,5 см становила 73 %, до 2 см – 88 %, така нерівномірність загортання його в ґрунт обумовлена пружинними лапами культиватора, які не забезпечують суцільного рихлення і не регулюються на глибину входження їх в ґрунт. Рівномірна щільність загортання насіння на глибину 1,5–2,0 см забезпечує отримання високої польової схожості і здатність паростків долати ґрунтову кірку при її утворенні (табл. 3.28).

Відносно висока польова схожість отримана на всіх дослідних ділянках. Особливо виділяється четвертий варіант, в якому вона досягає високих показників – 92 % і майже всі паростки льону легко подолали 1,8 см товщини ґрунтової кірки. Нерівномірне загортання насіння призвело до втрати 632–907 шт/м², з них за рахунок польової схожості 425–525, за період вегетації загинуло 207–372 шт/м² слабозвинутих рослин.

Таблиця 3.28

Ріст і розвиток льону-довгунця залежно від способів передпосівного обробітку ґрунту (середнє за 1981–1985 рр.)

Передпосівний обробіток ґрунту	Польова схожість, %	Подолання ґрунтової кірки на лінійному вимірі рядка, %	Стеблостій перед збиранням			
			густота, шт/м ²	висота, см	вирівняність, %	стійкість проти вилягання, бал
Культивація з боронуванням + передпосівна культивуація з боронуванням+ вирівнювання + коткування (контроль)	79	72	1593	79,3	66	5,0
Культивація з боронуванням +передпосівний обробіток комплексним агрегатом РВК – 3,6	81	76	1725	82,4	72	5,0
Рихлення дисковими знаряддями + передпосівний обробіток комплексним агрегатом РВК- 3,6	83	79	1868	85,7	78	4,5
Рихлення дисковими знаряддями + передпосівний обробіток комплекс ним агрегатом ВПН-5,6+ ЗКШ-6М	92	93	2000	88,8	92	4,5

Найкращі результати за висотою і вирівняністю стеблостою отримано у четвертому варіанті, що позитивно впливає на підвищення врожайності продукції і скорочує затрати на сортування трести льону.

Середньодобова швидкість росту має найвищі показники у четвертому варіанті (рис. 3.4) і становить 1,6 мм/год. з максимальними фазами росту у вечірні і мінімальними – в ранкові години. Середньодобовий приріст льону у висоту становив 38,3 мм і був вищий у порівнянні з іншими варіантами на 5,4–14,1 мм. Дружність сходів, вирівняність за висотою стеблостою забезпечують середньодобову швидкість росту на 0,1–0,6 мм більше, ніж передпосівний обробіток ґрунту за рекомендованою технологією.

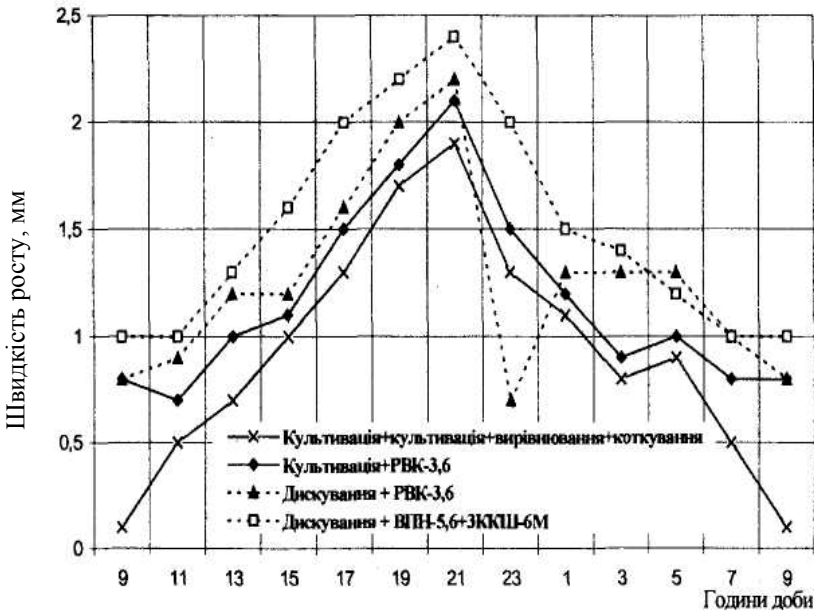


Рис.3.4. Добова періодичність росту льону-довгунця залежно від передпосівного обробітку ґрунту, мм (середнє за 1981–1985 рр.)

Облік урожаю льонопродукції засвідчив найвищу ефективність застосування такої системи передпосівного обробітку ґрунту, де

всі роботи проводяться з мінімальною кількістю проходів агрегатів по полю. Порівнюючи із загальноприйнятою системою обробітку ґрунту (весняна культивуація з боронуванням + передпосівна культивуація з боронуванням + вирівнювання і коткування), урожай волокна збільшився на 35,5 %, насіння – на 38,5 %, вихід волокна – на 30,2 %, а якість довгого волокна – покращилася на 2,5 номера (табл. 3.29).

Таблиця 3.29

Урожайність і якість льонопродукції залежно від передпосівного обробітку ґрунту (середнє за 1981–1985 рр.)

Передпосівний обробіток	Урожайність, ц/га				Номер довгого волокна	Вихід волокна, %	
	насіння	соломи	волокна			всього	у т. ч. довгого
			всього	у т. ч. довгого			
Культивуація з боронуванням+ передпосівна культивуація боронуванням+вирівнювання+ коткування	3,9	44,3	9,3	4,8	11,8	26,4	13,5
Культивуація з боронуванням+ передпосівний обробіток комплексним агрегатом РВК-3,6	4,5	48,7	10,4	5,5	13,2	26,8	14,9
Рихлення дисковими знаряддями+передпосівний обробіток комплексним агрегатом РВК-3,6	4,6	49,3	10,6	5,8	14,3	26,9	14,7
Рихлення дисковими знаряддями+передпосівний обробіток комплексним агрегатом ВПН-5,6+ЗКШ-6М	5,4	57,6	12,6	7,4	14,3	27,3	16,1
НІР ₀₅	0,126	2,65	–	–	–	–	–

Обробіток без обертання скиби на глибину 10–12 см забезпечує щільність перед посівом на дерново-середньопідзолистому оглеєно-супіщаному ґрунті 1,35, сірому лісовому легкосуглинковому – 1,32 г/см³.

Безполицеві способи обробітку ґрунту не приводять до зменшення продуктивної вологи в метровому шарі, а в роки з надлишком опадів проявляється меліоративна їх роль, в посушливі – має місце постійне забезпечення продуктивною вологою.

Добова періодичність росту залежно від обробітку і типу ґрунту не змінюється і має циркадний ритм в межах 24 годин, а швидкість росту на сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті збільшується на 0,21–0,17 мм/год. В оптимальні за зволоженістю роки прискорення швидкості росту становить 0,62–0,26 мм/год., порівняно з посушливими роками, з пріоритетом обробітку ґрунту без обертання скиби.

За рахунок інтенсивного формування площі листової поверхні чиста продуктивність фотосинтезу зростає на 2,8–3,0 г/м² за добу.

При всіх способах обробітку ґрунту в перші 1–3 роки забур'яненість посівів льону-довгунця в оптимальних умовах зволоженості висока. У роки з надмірною кількістю опадів забур'яненість посівів льону на безполицевих способах обробітку ґрунту зростає, що призводить до зменшення урожайності льонопродукції. У посушливі та оптимальні за зволоженістю роки обробіток ґрунту без обертання скиби забезпечує отримання достовірної прибавки врожаю соломи. На 4-й і наступні роки сівозміни на безполицевих способах обробітку ґрунту забур'яненість посівів зменшується.

За розрахунками показників гідротермічного коефіцієнта (ГТК) у період вегетації льону-довгунця до перезволожених відноситься 5; добре зволожених – 4; оптимальних – 5 та посушливих – 5 років. Тому відродження льонарства у Поліссі України можливе в першу чергу на дерновоглеєвих, перезво-

ложених ґрунтах з регулюванням водно-повітряного та радіаційного режимів.

Глибоке розпушування ґрунту після оранки на 30–40 та 60–70 см забезпечує щільність – 1,1 г/см³, підвищення шпаруватості до 57,2%, коефіцієнт фільтрації зростає в три рази; впродовж вегетаційного періоду льону-довгунця продуктивна волога підтримується на рівні отримання 10,0–12,7 ц волокна з 1 га, при добовій швидкості росту 1,5–1,6 мм/год. впродовж 9-ти годин і достатньо високій площі листової поверхні, що забезпечує зростання чистої продуктивності фотосинтезу на 1,3 г/см² на добу.

Проведення передпосівного обробітку ґрунту комплексним агрегатом нашої конструкції, при скороченні кількості проходів агрегатів по полю удвічі, дозволяє рівномірно на глибину 1,5–2,0 см заробити 87 % насіння і отримати польову схожість – 92 %, при добовій швидкості росту льону-довгунця 1,6 мм/год., що забезпечує отримання урожайності волокна 12,6 ц/га.

РОЗДІЛ 4

ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОДУКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ, СИСТЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ І ЩІЛЬНОСТІ ФІТОЦЕНОЗУ

4.1. Вплив обробітку ґрунту та добрив на його родючість

Одним із засобів підвищення продуктивності льону-довгунця доцільно вважати оптимізацію мінерального живлення – агротехнічного процесу, який найбільше піддається управлінню. У зв'язку з пошуками шляхів енергоресурсозберігаючої технології обробітку ґрунту і нового наукового погляду на цю систему виникає питання про необхідність вивчення в органічній єдності строків і норм внесення елементів мінерального живлення, які б забезпечили середньодобову оптимальну швидкість росту, отримання максимальних врожаїв з високими показниками якості продукції.

Елементи мінерального живлення впродовж онтогенезу, у міру їх використання рослиною, вступають в складний різноманітний процес обміну речовин, суттєво впливають на його інтенсивність і направленість і, таким чином, зумовлюють зміни у процесі росту, розвитку, формоутворення і кінцевій продуктивності льону-довгунця. Тому наукове обґрунтування прийомів живлення повинно базуватися на фактичних матеріалах досліджень про хід фізіологічних процесів, з якими пов'язане формування господарсько-позитивних властивостей культури.

В своїх дослідках ми ставили за мету вивчення зміни режиму елементів живлення в ґрунті, рослинах, вплив їх на фотосинтетичну діяльність і, особливо, на добову періодичність росту, продуктивність і якість льону-довгунця.

Безполицевий обробіток ґрунту суттєво змінює режим поживних елементів в ґрунті, оскільки мінеральні добрива загортаються у верхню частину ґрунту (10–12см). При поверхневому внесенні мінеральних добрив зменшується ймовірність втрат поживних речовин в результаті переміщення їх в глибину профілю при промивному водному режимі. Але зосередження елементів живлення у верхній частині орного шару ґрунту

створює передумови диференціації його за фізико-хімічними агрономічними властивостями. З приводу живлення культури льону-довгунця немає однозначних суджень.

Диференціація орного шару за родючістю зумовлена загальною біологічною закономірністю майже для всіх типів ґрунтів. Рушійною силою процесу активізації родючості ґрунту в поверхневому, не більш 5 см, шарі ґрунту є періодичне змочування та висушування до рівня вологості, яка є нижчою його максимальної гігроскопічності, що сприяє накопиченню нітратів і в деякій мірі легкорухомої форми P_2O_5 . Вивчаючи розподіл елементів живлення по вертикальному профілю орного шару чорнозему глибокого малогумусного під кукурудзу та ячмінь, О.Г.Тараріко із співробітниками [317] встановили, що при плоскорізному розпушуванні основна маса внесених добрив розміщується у верхньому 0–15 см шарі ґрунту. При оранці, навпаки, більша частина добрив загортається в нижні шари.

Ф.А. Попов та ін. [259] дійшли висновку про те, що верхній 5-сантиметровий шар дерново-підзолистого супіщаного ґрунту при оранці забезпечує продуктивність 100 %, шар 5–10 см – 70 %, 10–20 см – 56 %, тоді як при плоскорізному розпушуванні ці показники відповідно становили 100, 34 і 22%. Тривале застосування безполицевого обробітку ще більше посилює тенденцію диференціації орного шару за елементами родючості.

Якщо більшість авторів вважають, що диференціація орного шару за родючістю при систематичному безполицевому обробітку є загальноновизнаним фактором, то інформація відносно ефективності добрив на фоні обробітку без обертання скиби та реакції культурних рослин на неоднорідність орного шару носить суперечливий характер. Так, А.Ф. Вітер, В.Г. Мірошник [79]; В.В. Літвиненко [211] вважають, що поверхнєве загортання добрив при плоскорізному розпушуванні призводить до зниження використання поживних речовин з добрив. Це пов'язано з пересиханням верхнього шару в період вегетації рослин, в результаті чого відчувається нестача елементів живлення на плоскорізних фонах раніше, ніж на оранці, де мінеральні добрива знаходяться в більш зволоженій частині орного шару. Ці висновки базуються на результатах досліджень, проведених в

посушливих умовах степу. Узагальнюючи дослідження, проведені в європейській частині СНД, В. Є. Явтушенко [373] відмічає, що при плоскорізному обробітку виявлено деяке підвищення ефективності мінеральних добрив на всіх ґрунтах, окрім дерново-підзолистих.

Проте є дослідження, [156, 183, 195], що показали однозначність дії мінеральних добрив як при полицевому, так і при безполицевому обробітку з перевагою останнього. У перші два роки сумарна віддача від добрив на плоскорізному обробітку зростає на 21,8% проти фону з оранкою, а потім поступово знижується. З врахуванням 6-річної дії і післядії ефективність мінеральних добрив на варіантах виявляється майже однаковою.

Основним способом перевірки надійності теоретичного обґрунтування оптимальності розподілу елементів живлення за профілем орного шару є проведення спеціальних дослідів.

Як вважали А.Я. Бука та В.І. Кісель [64], сільськогосподарські культури неоднаково реагують на характер розміщення елементів живлення в кореневмісткому шарі.

Н.В. Коломієць і М.І. Драган [189] встановили, що на сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті реакція польових культур на локалізацію родючості в поверхневому шарі ґрунту перебуває в такому порядку: ячмінь, конюшина, кукурудза, цукровий буряк, горох, озима пшениця. Тому реалізація родючості ґрунту найповніше забезпечується диференційованою за глибиною та способами обробітку ґрунту із застосуванням полицевих та без полицевих знарядь. При цьому за ротацію зерново-бурякової сівозміни в поєднанні із застосуванням добрив слід проводити полицеву оранку 2–3 рази.

Досліди Ф.А. Попова із співробітниками [259], проведені на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті, свідчать про різний вплив диференціації орного шару за елементами родючості на продуктивність культур зерново-льоно-картопляної сівозміни. Так кукурудза, льон, в меншій мірі ярі колосові, позитивно реагують на концентрацію факторів родючості в поверхневому шарі, а озимі колосові – люпин та картопля – навпаки, не мають позитивної реакції.

Майже не зустрічаються наукові праці про негативний вплив диференціації орного шару за родючістю на продуктивність культур. На думку І.П. Макарова та інших [218], зосередження елементів живлення у верхній частині орного шару є позитивним явищем, яке визначає більш інтенсивний ріст рослин на початку вегетації, а в результаті – високий урожай. Тому диференціація орного шару за родючістю не може бути теоретичною основою постійної та періодичної оранки.

І.С. Рабачев та П.У. Бахтін [276] вважають, що орний шар за своєю будовою повинен бути протилежним профілю ґрунту в природному стані, тому що більш висока родючість нижньої частини орного шару забезпечує інтенсивне споживання елементів родючості культурними рослинами. Така будова підтримується систематичним обертанням скиби. В протилежному випадку, особливо в умовах недостатньої вологи, ми одержимо зниження продуктивності сільськогосподарських культур та стійкості землеробства в цілому.

На противагу вище згаданій трактові є інша точка зору, яка полягає в необхідності повніше вирівнювати родючість всього орного шару. Як спосіб обмеження процесу зменшення родючості з глибиною в результаті диференціації профілю І.В. Ревут [280] рекомендує застосовувати знаряддя з активними робочими органами типу фрез, які забезпечують рівномірне переміщення орного шару.

Під дією природних та господарських факторів відбувається накопичення елементів родючості в поверхневому шарі, і тому його необхідно розглядати як природний ґрунтоутворювальний процес, який не слід гальмувати полицевою оранкою. За даними А.І. Пупоніна [273], за 26 років мінімальний обробіток на 10–12 см не поступався за урожайністю культур більш гомогенній будові дерново-підзолистого легкосуглинкового ґрунту, яка створювалась оранкою на глибину 23–25 см. Автори прийшли до висновку, що немає необхідності застосовувати щорічно полицеву оранку як спосіб відновлення родючості нижньої частини орного шару.

Грунтозахисні технології вирощування сільськогосподарських культур, що базуються на системному застосуванні обробітку без обертання скиби, сприяють оптимізації азотного, фосфорного та калійного режимів ґрунту [307].

Відомою генетичною особливістю ґрунтів Полісся є слабка їх забезпеченість рухомими формами поживних речовин, що зумовлено легким гранулометричним складом та недостатнім вмістом гумусу. Тому всебічне вивчення поживного режиму в агроекосистемах, побудованих на основі принципово нового орного шару, становить особливий теоретичний і практичний інтерес.

Л.Є. Ревенський, І.П. Охинько [279] стверджують, що застосування плоскорізного обробітку приводить до зменшення в ґрунті нітратного азоту, інші, навпаки, відмічають, що без полицевий фон створює кращий нітратний режим, аналогічний варіанту з оранкою [260, 328].

Дослідженнями А.Ф.Гнатенка [94] визначені незворотні процеси фіксації фосфатів окремими шарами ґрунту незалежно від способів обробітку і добрив. У закріпленні фосфорної кислоти доступних і важкодоступних форм перевага надається системі, в основі якої є обертання скиби. Обробіток, який базується на безполицевому розпушуванні, навпаки, сприяє поглинанню та фіксації фосфору, що поліпшує живлення рослин. Внесення добрив – один із факторів, який знижує фіксацію ґрунтом фосфат-іонів, це пов'язано з підкисленням ґрунтового розчину верхньої частини орного шару при тривалому застосуванні плоскорізного обробітку.

В більшості досліджень на безполицевих фонах відмічається максимальна рухомість фосфорної кислоти в шарі 0–10 см, а з глибиною вона поступово затухає. І.Є. Щербак [370], Ф.Т. Моргун і Н.К. Шичула [240]; М.К. Шичула і Г.В. Назаренко [365] пов'язують поліпшення фосфатного режиму в більш глибоких горизонтах з фактором часу. Процеси активізації фосфатного стану ґрунту покращуються на фоні застосування плоскорізного рихлення.

На позитивну роль поєднання полицевого обробітку з внесенням добрив і слабку здатність міграції фосфатів за профілем ґрунту вказують на ще більший перерозподіл рухомого фосфору в орному шарі ґрунту [94, 157, 158, 197].

А.Г. Тараріко [316] встановив, що плоскорізний обробіток сприяє збільшенню рухомого фосфору в шарі 0–40 см порівняно з оранкою – як без, так і з внесенням добрив.

Багато авторів зазначають позитивний вплив безполицевого обробітку на калійний режим та накопичення його в поверхневому шарі ґрунту за рахунок рослинних решток, органічних та мінеральних добрив, які залишаються в поверхневому шарі ґрунту.

Проте в огляді літературних джерел ми знаходимо мало повідомлень про роль безполицевого, поверхневого обробітку ґрунту із застосуванням дискових знарядь на дерново-середньопідзолистих, сірих лісових ґрунтах Полісся при вирощуванні льону-довгунця.

В результаті проведених нами досліджень і визначення в кінці ротації сівозміни вмісту фосфору і калію отримані позитивні результати, які свідчать про те, що безполицеві системи обробітку ґрунту без і з внесенням добрив суттєво вплинули на їх підвищення в поверхневому шарі.

За 4 роки досліджень на всіх способах обробітку ґрунту у варіанті з вивченням повної норми органо-мінеральних добрив було внесено гною – 360 тонн та $N_{200} P_{190} K_{170}$ кг на 1 га, а в контрольному варіанті гною – 680 т/га.

З даних таблиці 4.1 видно, що вміст гумусу як основного показника родючості ґрунту змінюється залежно від способу обробітку ґрунту і від внесення мінеральних добрив. При безполицевому обробітку, особливо у варіанті з активним перемішуванням поверхневого шару ґрунту дисковими знаряддями, на фоні внесення повної норми мінеральних добрив вміст гумусу збільшився на 0,69 % в шарі 0–10 см і на 0,49 % – на глибині 10–20 см, а без внесення добрив – на 0,15–0,20 %, відповідно.

Таблиця 4.1

**Вплив добрив та способів обробітку на агрохімічні показники ґрунту, через 5 років
введення сівозміни (1994р.)**

Варіанти		Глибина, см	Гумус, %	pH _{KCl}	Hr	S	Ca	Mg	ступінь насиче- ності основами, %	Азот		P ₂ O ₅	K ₂ O
обробіток ґрунту на глибину, см	удобрення			міліграм-еквівалент на 100 г ґрунту						легко- гідро- лізо- ваний	нітрат- ний		
				мг на 100 г ґрунту									
О 20- 22	N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	0–10	1,23	4,2	4,2	4,1	3,3	0,6	49,4	8,3	4,4	19,1	11,0
	N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	10–20	1,11	4,3	4,4	4,4	3,7	0,7	50,0	7,6	5,2	19,1	12,0
	Без добрив	0–10	1,06	4,0	4,2	3,7	2,5	0,4	46,8	7,1	7,8	9,6	10,0
	Без добрив	10–20	0,94	3,9	3,8	3,7	2,9	0,3	50,0	6,9	6,9	10,0	10,0
Д 10- 12	N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	0–10	1,92	4,4	3,8	5,2	4,5	0,6	57,8	8,7	3,5	26,8	22,0
	N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	10–20	1,52	4,4	3,5	5,7	4,8	0,7	61,9	8,0	2,6	27,0	18,0
	Без добрив	0–10	1,26	4,9	2,3	6,2	4,8	1,0	72,9	8,3	2,6	15,9	16,0
	Без добрив	10–20	1,14	4,7	2,4	5,5	4,8	0,6	69,6	6,9	2,6	13,0	9,0
П 20- 22	N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	0–10	1,24	4,4	3,4	4,6	4,2	0,4	57,5	6,7	2,0	20,3	11,0
	N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	10–20	1,06	4,2	3,8	4,3	3,6	0,6	53,1	7,0	2,0	15,1	9,0
	Без добрив	0–10	1,08	4,2	3,3	4,0	3,4	0,6	54,8	7,4	2,1	10,7	10,0
	Без добрив	10–20	1,09	4,2	3,2	3,7	3,2	0,5	53,6	6,6	2,6	10,9	9,0

На фоні плоскорізного обробітку процес гумусоутворення проходить повільніше. Внесення повної норми мінеральних добрив забезпечує збільшення гумусу в шарі 0–10 і 10–20 см у варіанті з оранкою – 0,17, дискуванням – 0,56–0,38 і плоскорізним обробітком на – 0,12 %. З вмістом гумусу у ґрунті пов'язаний і вміст легкогідролізованого азоту. Так, на фоні полицевого і безполицевого обробітків ґрунту без внесення добрив вміст його коливається в межах 6,6–6,9 мг на 100 г ґрунту на глибині 10–20 см. Застосування при обробітку ґрунту дискових знарядь без внесення мінеральних добрив на глибину у 0–10 см збільшує вміст легкогідролізованого азоту на 1,2, а плоскорізного – лише на 0,3 мг. Порівняльна ефективність внесення мінеральних добрив полицевого і безполицевого способів обробітку ґрунту незначна. Слід зазначити, що на фоні оранки внесення повної норми мінеральних добрив в шар ґрунту на глибину 0–10 см забезпечує зростання вмісту гідролізованого азоту на 1,2 і на глибину 0–10 см на 0,7 мг на 100 г ґрунту. На фоні безполицевих способів незначне збільшення його відбувається лише на глибині 0–10 см і майже без змін залишається весь профіль ґрунту із застосуванням плоскорізного обробітку.

Щодо вмісту нітратного азоту не виявлено чіткої залежності між внесенням мінеральних добрив на всіх способах обробітку ґрунту. Спостерігається його збільшення по всьому профілю як з внесенням, так і без внесення мінеральних добрив.

За вмістом рухомих форм фосфору і обмінного калію виділяється варіант дискування як з внесенням, так і без внесення добрив. Так, кількість P_2O_5 в шарі 0–10 і 10–20 см збільшилась на 6,3 і 3,0 мг, а K_2O_5 – 6,0 мг на 100г ґрунту. На фоні плоскорізного обробітку позитивних змін майже не відбувається.

Внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{90}K_{120}$ під оранку забезпечує підвищення вмісту рухомих форм фосфору в шарі ґрунту 0–10, 10–20 см майже вдвічі, а обмінного калію – на 1–2 мг більше порівняно з контрольним варіантом.

Розпушування ґрунту дисковими знаряддями (Д10-12) з внесенням повної дози добрив вже на четвертий рік сівозміни підвищує вміст фосфору в шарі 0–10 і 10–20 см на 10,9 і 14 мг, а калію – на 6–9 мг відповідно, і майже без змін залишаються агрохімічні показники ґрунту при застосуванні плоскорізного обробітку.

Представлені в таблиці 4.2 узагальнені дані свідчать про більш чіткий і стабільний прояв переваги безполицевого обробітку і особливо дискування ґрунту відносно накопичення фракції азоту легкогідролізованих сполук на восьмий рік ведення сівозміни під культурою льону-довгунця. Тривале застосування обробітку без обертання скиби сприяло збільшенню вмісту легкогідролізованого азоту в орному шарі. В підорному шарі вміст даної форми азоту на безполицевих варіантах майже однаковий. Перевага в накопиченні сполук азоту цієї форми в шарі ґрунту 0–10 см без внесення добрив при дискуванні і плоскорізнному обробітку перед оранкою становить відповідно 16,4 і 8,2%.

На глибині 20–40 см диференціації профілю ґрунту за вмістом легкогідролізованого азоту не відбувалось.

При внесенні повної і половинної норми добрив перевага надається також безполицевому, поверхневому, із застосуванням дискових знарядь, обробітку ґрунту.

Щодо диференціації орного шару за вмістом рухомих форм фосфору, то результати наших досліджень свідчать, що обробіток ґрунту без обертання скиби виявив суттєвий вплив на підвищення фосфатної ємності.

У порівнянні з контрольним варіантом (О 20–22) безполицеве розпушення ґрунту дисковою бороною на глибину 10–12 см забезпечило перевагу за вмістом фосфору в шарі на 0–10 см на 28,7 % та плоскорізне (П 20–22) – на 6,3 %. В шарі 10–20 см на кінець ротації сівозміни різниця на користь безполицевого обробітку склала відповідно 19,4 і 11,8 %.

Внесення мінеральних добрив повної і половинної норми позитивно впливають на фосфатний режим на всіх способах обробітку ґрунту. Мінімальний обробіток із застосуванням дискових борін та з внесенням $N_{30}P_{90}K_{120}$ забезпечили підвищення вмісту фосфатів в шарі 0–10 см на 83,2 % та на глибині 10–20 см – на 100 %, а внесення половинної норми добрив відповідно 53,4 і 52,4 %. Плоскорізний обробіток (П 20–22) порівняно з оранкою (О 20–22) не зменшує вміст рухомих форм фосфору в поверхневому шарі ґрунту. Окрім того, спостерігається збільшення його і в підорному шарі ґрунту.

Таблиця 4.2

Вплив добрив і обробітку ґрунту на агрохімічні показники в кінці ротації восьмипольної сівозміни, 1998 році, мг на 100 г ґрунту (сірі, лісові легкосуглинкові ґрунти)

Обробіток ґрунту на глибину, см	Глибина, см	Без добрив				N ₁₅ P ₄₅ K ₉₀				N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀			
		азот		P ₂ O ₅	K ₂ O	азот		P ₂ O ₅	K ₂ O	азот		P ₂ O ₅	K ₂ O
		легко-гідролізований	нітратний			легко-гідролізований	нітратний			легко-гідролізований	нітратний		
О 20–22	0–10	7,3	3,1	12,6	12,1	8,6	3,1	18,9	13,3	8,8	3,6	21,3	13,5
	10–20	7,1	2,6	11,8	12,0	8,6	2,8	18,7	13,7	8,8	3,3	21,4	14,3
	20–30	6,7	2,6	10,2	10,2	7,3	2,8	14,2	11,4	8,4	3,4	16,1	12,7
	30–40	5,9	2,1	8,0	6,0	5,8	2,2	8,0	7,8	5,9	2,5	8,3	8,4
Д 10–12	0–10	8,5	3,7	16,1	16,4	8,9	3,9	24,7	21,8	9,1	3,9	29,5	23,4
	10–20	7,3	3,0	14,1	11,3	8,7	2,7	21,5	18,4	8,9	3,8	28,2	19,7
	20–30	6,8	3,0	10,2	7,2	7,8	3,2	12,6	15,6	8,5	3,4	15,9	17,1
	30–40	5,8	3,0	8,0	5,7	6,2	3,2	8,5	8,3	6,9	3,2	9,4	10,2
П 20–22	0–10	7,9	2,9	13,4	11,3	8,7	3,7	18,2	15,2	8,9	3,5	22,6	15,8
	10–20	7,1	2,7	13,2	11,1	8,7	3,0	1,51	12,7	8,5	3,3	17,8	13,5
	20–30	6,0	2,6	9,4	7,4	7,5	2,9	10,8	9,8	7,6	3,3	12,3	11,0
	30–40	5,7	2,5	7,6	5,6	6,2	2,8	7,6	7,3	5,7	2,8	7,5	9,3

Оптимізацію калійного режиму ґрунту багато авторів пов'язують з поверхневим характером надходження рослинних решток, органіно-мінеральних добрив без обертання скиби.

Систематичне застосування безполицевого обробітку ґрунту під льон-довгунець як поверхневого дискового розпушування (Д10–12), так і плоскорізного (П 20–22) позитивно впливають на калійну місткість поверхневого шару ґрунту.

Внесення добрив на всіх способах обробітку ґрунту забезпечує різке збільшення рівня обмінного калію. Так, накопичення його на повному і половинному мінеральному фоні добрив при застосуванні дискового механічного переміщення ґрунту в шарі 0–10 см досить високе і становить відповідно 42,6 і 32,9 %, на плоскорізному – 10,5 і 6,2 % та оранці – 11,5 і 9,9 %.

Неоднорідність обмінного калію по вертикальному профілю орного шару різко виражена, особливо на мінеральному фоні, при безполицевих способах обробітку ґрунту.

Таким чином, безполицеві обробітки ґрунту сприяють накопиченню елементів живлення в поверхневому шарі ґрунту і збільшенню запасів легкогідролізованого азоту, рухомих форм фосфору і обмінного калію в шарах 0–10 та 10–20 см.

Поєднання безполицевих способів обробітку ґрунту з повною і половинною нормою внесення мінеральних добрив різко підвищують фосфатно-калійний режим поверхневого шару ґрунту.

Найбільш активним прийомом підвищення родючості ґрунту є застосування мінімалізації обробітку ґрунту шляхом активного механічного переміщення поверхневого шару з внесенням повної і половинної норми мінеральних добрив під льон-довгунець.

4.2. Вплив мінерального живлення на формування фотосинтетичного апарату

На суттєву залежність процесів органічного синтезу від величини асиміляційної поверхні вказували багато авторів [152, 247, 255, 314, 327, 377, 408].

Г.Б. Єрмілов [149], Л.Є. Строганова [311] прийшли до висновку, що при великій площі листової поверхні пряма кореляція між її величиною і продуктивністю фотосинтезу порушується. Розміри асиміляційної поверхні суттєво змінюються під впливом умов

кореневого живлення. Н.І. Насулько, А.А. Новіков [243] вказують, що цим, в основному, й обумовлена дія мінерального живлення і, в кінцевому результаті, вплив на продуктивність рослин.

Л.М. Дорохов [142] відмічає також і велике значення тривалості життєвого періоду листкових пластинок. А.А. Барцева [42], Л.Л. Кошелева [192] визначили, що максимальний розвиток площі листової поверхні припадає на період швидкого росту льону-довгунця.

У роботах [8, 9, 142, 251, 398] існує єдина думка про позитивний вплив азотного живлення на інтенсивність фотосинтезу.

У досліджах [392, 411] показана активна діяльність ряду ферментів під впливом азоту, що беруть участь в окислювально-відновлювальних реакціях і вуглецевому метаболізмі при фотосинтезі. Дослідження [136, 409] переконливо свідчать про те, що азот використовується не лише в якості субстрату для метаболізму клітини, але є фактором, який регулює фотосинтез на рівні окремих ферментів.

Т.Ф. Андрєєва Т.А. Авдєєва та інші [8]; Т.Ф. Андрєєва, Нгуєн Тхіу Тхіок та інші [9] прийшли до висновку, що характер дії азоту на фотосинтез змінюється залежно від онтогенетичного стану листка. У сформованому листку він регулює асиміляцію CO_2 через вплив на діяльність ферментів фотосинтетичного циклу.

На даний час є велика кількість робіт, в яких відмічається позитивний вплив азоту на накопичення фотосинтетичних пігментів в листках і різке порушення хлорофілоутворення у випадку азотного голодування рослин [92, 141, 142, 152, 192, 250, 275, 402].

Велика кількість дослідників [9, 210, 221] вважають, що вплив фосфору на продуктивність рослин в значній мірі обумовлений його дією на величину асиміляційної поверхні. П.Л. Кошелева [192] приходять до висновку, що додаткове фосфорне живлення позитивно впливає на формування площі поверхні листків лише до цвітіння. Причому тільки у період “ялинок” величина асиміляційної поверхні рослин зростає із збільшенням доз P_2O_5 до максимальної. Оптимальною дозою його є 60 кг д. р. на 1 га.

Роль фосфору в процесах фотосинтезу рослин слід вважати достатньо вивченою.

Незважаючи на суттєве значення фосфору в організації і функціонуванні фотосинтетичного апарату, далеко не завжди під дією цього елемента зазначається підвищення швидкості

асиміляції CO_2 . Поряд з роботами, де констатується позитивний вплив фосфору на цей процес [152, 306, 327, 382, 383], зустрічаються дані про відсутність суттєвих змін його швидкості при мінливості умов фосфорного живлення.

Однією з причин пригнічення продукційних процесів у рослин, вважають С.Я. Ледовський, Г.П. Корзун [206], є калійне голодування, за рахунок чого скорочується період життєдіяльності листків і зниження продуктивності їх роботи, головним чином у другій половині вегетації. В літературних джерелах багаторазово вказується на несприятливі зміни в розмірі листової поверхні при калійному дефіциті [335].

Останнім часом повідомлень про дію калійного живлення і його вплив на формування листової поверхні льону-довгунця майже не зустрічаємо.

Проте відомий позитивний вплив калію на продуктивність фотосинтезу, обумовленого суттєвою дією цього елемента у процесах первинного засвоєння вуглекислоти. Пряма дія визначається участю калія в реакціях, пов'язаних з акумуляцією енергії світла, необхідного для відновлювання CO_2 при фотосинтезі [54, 401].

Калій сприяє перетворюванню рухомих вуглеводів, він стимулює відтік асимілянтів із листків, що сприяє вивільненню цукрів і їх синтезу для нових первинних продуктів.

Дія калію на фотосинтез пов'язана в деякій мірі з участю його у механізмі дихальних відтворів і забезпеченні дифузії CO_2 до центрів відновлення [395]. Існує думка, що гальмування швидкості фотосинтезу в умовах калійного дефіциту викликається руйнуванням молекул фотосинтетичних пігментів. Проте не завжди калійне голодування призводить до такого ефекту. Поряд з відомостями про пригнічення процесу накопичення хлорофілу у випадку дефіциту цього елемента [366, 368] зустрічається інформація про зниження його вмісту в листках рослин, добре забезпечених калієм [364, 389].

Л.Л. Кошелева [192] у своїх досліджах спостерігала сприятливий вплив калію на тривалість життєздатності асиміляційного апарату і продуктивність його роботи. Це призвело не лише до збільшення біомаси рослин, але і до кращого використання асимілянтів на формування господарсько корисної частини біологічного врожаю.

Умови мінерального живлення суттєво впливають на формування і продуктивність роботи асиміляційного апарату темпи накопичення біомаси і кінцевий урожай рослин.

Е.С. Карпова, Т.Є. Філіпова [176] вказують на те, що пошарове внесення добрив (частину – восени під оранку, а частину – навесні під культивуацію) дають найкращі результати.

М.М. Труш, М.Я. Камінська [324]; М.Г. Городній [97] доводять, що передпосівне внесення повної норми добрив з мілким загортанням його в ґрунт є кращим строком.

В аналітичному огляді літературних джерел зустрічається обмежена кількість досліджень з вивчення впливу внесення мінеральних добрив в біологічному землеробстві на фотосинтетичну діяльність посівів.

Надто актуальним є вивчення закономірностей взаємозв'язку між фотосинтезом і ростом в процесі формування врожаю залежно від нового напрямку з мінімалізації обробітку ґрунту стосовно зони розповсюдження дерно-підзолистих, малогумусних ґрунтів і установа при цьому норм елементів живлення, строків внесення добрив. Інтенсивність фотосинтезу не визначає рівня накопичення врожаю, а створює лише необхідні передумови для цього. Хід накопичення біомаси в кінцевому результаті визначається не справжнім фотосинтезом, а його продуктивністю, тобто продуктивним ростом, фактичним накопиченням сухих речовин за одиницю часу.

В цьому розділі ми приводимо результати вивчення дії полицевого і різних способів безполицевого обробітку ґрунту, строків і норм внесення добрив на деякі аспекти фотосинтетичної діяльності посівів льону-довгунця.

Розміри асиміляційної поверхні суттєво змінюються під впливом агроєкологічних факторів (табл. 4.3 і 4.4), що обумовлено способами обробітку ґрунту, строками і нормами внесення добрив.

На фоні без застосування елементів живлення у фазі “ялинка” кількість листків на одній рослині залежно від обробітку ґрунту залишається без змін.

У період бутонізації загальна кількість листків зростає і становить 72 на варіанті з безполицевим обробітком та 65 шт при обертанні скиби. При висоті рослин > 40 см відбувається

взаємозатіннення в нижній частині, що призводить до зменшення коефіцієнта використання сонячного випромінювання, пожовтіння і відмирання листків.

У фазі цвітіння загальна кількість зелених листків залишається майже без змін, але збільшується кількість тих, що не беруть участі у синтезі органічних сполук, причому у варіанті з оранкою на глибину 20–22 см – на 8 шт. більше порівняно з безполицевим обробітком.

Розміри площі поверхні одного листка і всієї рослини досягають максимуму у фазі бутонізації і утримуються до цвітіння, що узгоджується з даними А.А. Барцевої [41, 42]. Проте за рахунок незначного збільшення кількості листків на рослині і суттєвого зростання площі поверхні одного листка у варіанті з безполицевим способом обробітку ґрунту приріст загальної листової поверхні становить 30,2 см² проти 23,9 см² у варіанті з оранкою, а тому й індекс листової поверхні в цьому варіанті зростає на 0,9.

Застосування добрив і внесення їх у різні строки в обох способах обробітку ґрунту протягом періоду вегетації забезпечують зростання всіх параметрів розвитку зеленої поверхні.

Внесення добрив восени після оранки, і особливо на безполицевому обробітку ґрунту, позитивно впливає не тільки на ритм, а й на інтенсивність формування поверхні листків, особливо в період бутонізація-цвітіння. Ми вважаємо, що за рахунок поверхневого внесення добрив і ретельного їх перемішування активними механічними знаряддями в шарі ґрунту 0–10 см підвищується вміст гідролізованого азоту, рухомих форм фосфору і обмінного калію та покращується розвиток основної маси кореневої системи. Саме на такій глибині створюється оптимальні умови для кореневого живлення рослин і, як наслідок, формується максимальний асиміляційний апарат.

Передпосівне внесення повної норми добрив, половинних доз восени і навесні за розвитком та формуванням загальної площі та індексу листової поверхні поступається їх застосуванню восени. У цьому випадку пріоритет має безполицевий обробіток ґрунту.

Таблиця 4.3

Залежність площі поверхні листків від строків внесення мінеральних добрив і різних способів обробітку ґрунту (середнє 1984–1985 рр.)

Строки внесення добрив	Фази росту і розвитку											
	“ялинка”				бутонізація				цвітіння			
	кількість листків на стеблі, шт.	площа, см ²		індекс листової поверхні	кількість листків на стеблі, шт.	площа, см ²		індекс листової поверхні	кількість листків на стеблі, шт.	площа, см ²		індекс листової поверхні
		одного листа	листоків на стеблі			одного листа	листоків на стеблі			одного листа	листоків на стеблі	
Полицейвий обробіток												
Без добрив	19,2	0,29	5,6	1,0	*49/16	1,45	22,1 1	3,6	*52/36, 5	0,46	23,9	3,4
РК під оранку	20,0	0,34	6,8	1,1	56/24	0,55	30,8	4,3	57/35,5	0,54	30,8	4,5
РК після оранки	21,0	0,34	7,14	1,1	63/26	0,56	35,3	4,7	51/33,5	0,61	31,1	4,6
РК навесні	22,0	0,32	7,04	1,1	55/22	0,60	33,0	3,7	54/37,5	0,60	32,4	4,4
1/2К восени+ 1/2РК навесні	21,1	0,31	6,6	1,0	56/22	0,55	30,8	3,5	53/35,5	0,61	32,3	4,2
Безполицейвий обробіток												
Без добрив	19,1	0,32	6,1	0,92	54/18	0,44	23,8	3,5	55/28	0,55	30,2	4,3
РК восени	23,3	0,36	8,38	1,16	60/23	0,50	30,0	4,4	58/40,5	0,63	31,5	5,3
РК навесні	22,2	0,36	8,00	1,17	61/20	0,54	32,9	4,6	51/33,5	0,61	31,1	4,6
1/2РР восени + 1/2РК навесні	20,4	0,36	7,3	1,0	57/22	0,48	27,4	4,1	55/37	0,64	35,2	4,5

Примітка: чисельник–зелені листки; знаменник–жовті листи.

Таблиця 4.4

Залежність площі поверхні листків від норм мінеральних добрив і способів обробітку сірих лісових легкоуглинкових ґрунтів (середнє 1992–1997 рр.)

Варіанти	Фази росту і розвитку											
	“ялинка”				бутонізації				цвітіння			
	кількість листків на стеблі, шт.	площа, см ²		індекс листкової поверхні	кількість листків на стеблі, шт.	площа, см ²		індекс листкової поверхні	кількість листків на стеблі, шт.	площа, см ²		індекс листкової поверхні
		одного листка	всіх листків			одного листка	всіх листків			одного листка	всіх листків	
Оранка на 20–22см												
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	16,0	0,36	3,7	1,7	71*/17	0,16	43,3	4,7	54/26	0,62	33,5	4,6
N ₁₅ P ₄₅ K ₆₀	14,0	0,34	4,8	1,5	68/15	0,56	38,1	4,2	61/28	0,59	36,0	3,9
N ₁₅	15,0	0,27	4,1	1,4	64/11	0,53	33,9	4,1	65/21	0,53	34,4	3,7
Без добрив	12,5	0,22	2,3	1,1	52/17	0,44	22,9	3,6	37/22	0,44	25,1	3,1
Дискування на 10–12см												
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	15,0	0,38	5,7	1,9	76/16	0,66	50,2	5,1	77/16	0,64	49,3	4,8
N ₁₅ P ₄₅ K ₆₀	15,0	0,35	5,2	1,6	70/17	0,60	42,0	4,8	70/23	0,58	40,6	4,5
N ₁₅	14,0	0,31	4,3	1,5	68/15	0,57	38,7	4,5	68/22	0,57	38,8	
Без добрив	12,0	0,24	2,9	1,3	54/22	0,49	26,5	3,9	59/23	0,46	27,1	3,4
Плоскоріз на 20–22см												
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	17,0	0,38	6,5	1,8	75/17	0,63	47,2	4,9	76/21	0,63	47,9	4,7
N ₁₅ P ₄₅ K ₆₀	16,0	0,35	5,6	1,5	69/16	0,61	42,1	4,4	71/20	0,58	41,2	4,3
N ₁₅	15,0	0,29	4,3	1,5	66/14	0,58	38,3	4,3	66/26	0,55	36,3	3,9
Без добрив	13,0	0,23	3,0	1,2	52/21	0,48	25,0	3,7	55/26	0,44	24,2	3,2

*Примітка: чисельник–зелені листки; знаменник–жовті листки.

Одним з важливих антропогенних факторів оптимізації умов життєдіяльності сільськогосподарських культур з метою отримання максимальної кількості продукції є регулювання рівня мінерального живлення.

У наших дослідженнях вивчався рівень живлення в залежності від способів обробітку ґрунту в системі біологічного землеробства і його вплив на інтенсивність роботи та структуру фотосинтетичного апарату.

З даних таблиці 4.4 видно, що внесення мінімальної кількості азоту на всіх способах обробітку ґрунту приводить до суттєвого зростання облиственості рослин льону, розміру поверхні одного листка, всієї рослини і площі посіву в цілому. А внесення на фоні азоту фосфоро-калійних добрив у співвідношенні NPK, як 1:3:4 забезпечує подальший розвиток асиміляційного апарату. Оптимальною нормою добрив на всіх способах обробітку ґрунту є $N_{30}P_{90}K_{120}$ і близька до неї за основними фітопоказниками – $N_{15}P_{45}K_{60}$. Кращим обробітком виявляється активне рихлення поверхні ґрунту з ретельним перемішуванням внесених добрив у шарі глибиною 10–12 см, близьким до нього за всіма показниками слід вважати безполицеве рихлення із застосуванням плоскорізів.

Формування високих врожаїв визначається не лише розмірами поверхні листків, а й інтенсивністю засвоєння асимілюючими тканинами вуглекислоти і – як кінцевий показник – чистої продуктивності фотосинтезу (табл. 4.5; 4.6).

Фотосинтетичний потенціал об'єднує показники формування площі поверхні листків та їх роботи за певний період часу. Внесення добрив під оранку восени і навесні забезпечує ріст ФП до фази бутонізації з різким спадом його у фазі цвітіння за рахунок відмирання листків в нижній частині стебла.

За кількістю вуглекислоти, що асимілюється з фотосинтетичним потенціалом у фазі бутонізації ми визначили, що вона зростає при внесенні добрив восени і навесні на 138–142 % при безполицевому обробітку і на 158–174 % при обертанні скиби. Інтенсивність істинного фотосинтезу і його чистої продуктивності не завжди співпадають. Максимальній асиміляції CO_2 – 38,2 мг/дм²·год. у варіанті з оранкою і внесенням добрив навесні відповідає приріст сухої маси льону – 6,7 г/дубу, при внесенні добрив

восени, відповідно, 34,7–34,9 мг CO₂ /дм²·год., а наростання органічної речовини збільшується на 0,5–1,3 г.

Така ж закономірність зберігається і при безполицевому обробітку ґрунту при внесенні добрив у поверхневий шар.

Якщо інтенсивність засвоєння CO₂ і чиста продуктивність фотосинтезу у фазі цвітіння уповільнюються на всіх варіантах досліду, то при безполицевому обробітку абсолютні їх показники залишаються вищими, у порівнянні з оранкою.

З даних таблиці 4.6 видно, що внесення азотних добрив в дозі N₁₅ кг д.р. на 1 га призводить до суттєвого зростання фотосинтетичного потенціалу і чистої продуктивності фотосинтезу. Так у фазі “ялинка” приріст органічної речовини при внесенні N₁₅ у варіанті полицевого обробітку зростає на 0,9 і безполицевого на 0,8 г/м² добу. У період активного росту та інтенсивної асиміляції вуглеводів (фаза бутонізації) показники Φ_{чп} зростають.

На початку формування генеративних органів неглибоке внесення азотних добрив сприяє активному накопиченню фітомаси, особливо при застосуванні дискового розпушування, дещо нижче за цими показниками знаходиться плоскорізний обробіток ґрунту.

На фоні внесення N₁₅ фосфорно-калійних добрив інтенсивніше проявляється розвиток фотосинтетичного апарату за рахунок збільшення площі асимілюючої поверхні. Оптимальною нормою мінерального живлення, що позитивно впливає на продукційний процес шляхом збільшення періоду діяльності асиміляційного апарату (зелених листків і стебел), слід вважати N₃₀P₉₀K₁₂₀ на всіх способах обробітку ґрунту, і насамперед виділяється безполицеве рихлення ґрунту дисковими знаряддями, за ним – плоскорізний обробіток.

Таким чином, рослини льону, незважаючи на слаборозвинуту асиміляційну поверхню характеризуються при оптимальному живленні і безполицевому обробітку ґрунту достатньою величиною чистої продуктивності фотосинтезу. З небагатьох публікацій з цього приводу [39, 239] відомо, що вона досягає 8–12 г/м²·за добу. Близькі до цих значень величини Φ_{чп} отримані і нами.

Таблиця 4.5

Фотосинтетична діяльність посівів залежно від строків внесення мінеральних добрив і способів обробітку дерново-середньопідзолистого оглеєно-супіщаного ґрунту (1984–1985 рр.)

Строки внесення добрив	Фази росту і розвитку							
	“ялинка”		бутонізація			цвітіння		
	ФП, млн/м ² дн	Ф _{чир} , г/м ² добу	ФП, млн/м ² дн	Ф _{чир} , г/м ² добу	інтенсивність фотосинтезу, мг СО ₂ /дм ² год.	ФП, млн/м ² дн	Ф _{чир} , г/м ² добу	інтенсивність фотосинтезу, мг СО ₂ дм ² /год.
Полицевий обробіток								
Без добрив	0,12	6,2	0,86	6,5	21,9	0,48	4,2	19,8
РК під оранку	0,15	7,3	1,16	7,2	34,7	0,54	2,4	27,3
РК після оранки	0,15	6,6	1,27	8,6	34,9	0,55	4,3	26,9
РК навесні	0,15	6,5	1,04	6,7	38,2	0,62	4,3	27,7
1/2РК восени + 1/2РК навесні	0,13	6,5	0,87	6,6	21,6	0,59	4,2	26,8
Безполицевий обробіток								
Без добрив	0,12	5,8	0,88	6,5	24,7	0,64	4,2	20,3
РК восени	0,17	6,2	1,23	7,1	35,1	0,74	6,0	30,3
РК навесні	0,17	6,4	1,33	7,9	34,3	0,70	5,9	31,5
1/2РК восени + 1/2РК навесні	0,17	6,5	1,19	6,8	32,5	0,63	4,7	27,4

Таблиця 4.6

**Фотосинтетична діяльність посівів залежно від норм мінеральних добрив
і способів обробітку ґрунту (середнє 1994–1995рр.)**

Варіанти	Фази росту і розвитку					
	“ялинка“		бутонізація		цвітіння	
	ФП, млн,м ² дн.	Ф _{чп} г.м ² добу	ФП, млн,м ² дн.	Ф _{чп} г.м ² добу	ФП,млн, м ² .дн.	Ф _{чп} г.м ² добу
Оранка на 20–22 см						
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	0,18	8,3	1,77	8,8	0,81	6,3
N ₁₅ P ₄₅ K ₉₀	0,16	7,2	1,31	7,4	0,74	5,5
N ₁₅	0,16	6,7	1,25	7,0	0,72	5,1
Без добрив	0,14	5,8	0,99	6,3	0,61	4,8
Дискування на 10–12 см						
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	0,20	8,6	1,98	9,4	0,88	6,8
N ₁₅ P ₄₅ K ₉₀	0,18	7,2	1,57	7,8	0,81	5,9
N ₁₅	0,18	6,9	1,48	7,5	0,78	5,6
Без добрив	0,15	6,1	1,3	6,6	0,66	5,2
Плоскоріз на 20–22 см						
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	0,19	7,9	1,8	9,0	0,86	6,4
N ₁₅ P ₄₅ K ₉₀	0,17	7,0	1,44	7,9	0,80	5,8
N ₁₅	0,17	6,8	1,5	7,3	0,78	5,4
Без добрив	0,13	6,0	1,2	6,3	0,65	5,3

Відмічені позитивні фактори покращення родючості ґрунту, формування листової поверхні і фотосинтетичного потенціалу, зростання суми водорозчинних цукрів і чистої продуктивності фотосинтезу складають основу для визначення періодичності швидкості росту як інтегрованого показника продуктивності льону-довгунця.

4.3. Залежність вуглеводного обміну від мінерального живлення й обробітку ґрунту

В життєдіяльності рослинного організму вуглеводам належить виключно важлива роль. Вони є похідним матеріалом для всіх органічних сполук, а серед них рухомі цукри – головний ланцюг. Льон-довгунець належить до культур, в яких вуглеводи є основною утилітарною продукцією, в стеблах якої формуються волокнисті речовини, що майже повністю складається з вуглеводів та їх похідних. Понад 80% сухих речовин волокна складає целюлоза, фізико-хімічні властивості якої детально описані в літературних джерелах [282, 334].

В польових дослідях Л.Л. Кошелевої [192] динаміка вуглеводів в стеблах льону характеризується кривою з двома верхівками, які припадають на період швидкого росту і дозрівання. Перший максимум накопичення вуглеводів пов'язаний, ймовірно, з інтенсивним їх первинним синтезом і пересуванням з листків в стебла. Як і яким шляхом впливають мінеральні добрива на формування цукрів, на даний час добре відомо. В роботах А.М. Михайлової, [237], В.Я. Тихомірової [319], Л.Л. Кошелевої [192], М.І. Афоніна, А.М. Михайлової [31], чітко показано, що в міру підвищення рівня азотного живлення сума рухомих вуглеводів зменшується. Як показують дані ряду дослідників, однобічне азотне живлення викликає гальмування біосинтезу полісахаридів [11, 12]. У рослин льону надлишок азоту в комплексі добрив несприятливо впливає на накопичення вуглеводних полімерів у тканинах стебла [237].

Проте в умовах Полісся України, де вирощується льон як основна технічна культура без внесення азоту неможливо досягти високої продуктивності.

У зв'язку з потребою фосфору для біосинтезу вуглеводів у рослинах повинен бути прямий зв'язок між покращанням умов фосфорного живлення і накопиченням цих речовин в тканинах.

Аналіз літературних джерел свідчить про те, що при нестачі фосфору в ґрунті спостерігається як зниження вуглеводів в рослинах, так і підвищення їх кількості [96]. Л.Л. Кошелева [192] зазначає позитивну роль впливу фосфорного живлення на вуглеводний обмін лише у молодих рослин у період швидкого росту.

Загально відомо, що калій підсилює синтетичні процеси в рослинах. Встановлення результатів деяких спостережень [385] свідчать про різний характер дії калійного живлення на синтез вуглеводів у рослин різного онтогенетичного стану.

За результатами досліджень Л.Л. Кошелевої [192], позитивний вплив калійного живлення на накопичення полісахаридів виявляється у період швидкого росту, при цьому кількість вільних цукрів зменшувалась за рахунок синтезу кінцевих продуктів вуглеводного обміну.

Зміщення обмінних процесів у бік вуглеводів, незалежно від того, викликається воно однобічним збільшенням калію і фосфору чи зменшенням азоту в комплексі добрив, супроводжується підвищенням величини відношення калію до азоту в тканинах рослин.

Сприятливе співвідношення між азотом, фосфором і калієм для фізіолого-біохімічних процесів є 1:2:3. Наше завдання полягало в тому, щоб в системі біологічного землеробства виявити вплив мінімалізації обробітку ґрунту і системи удобрень на вуглеводний обмін, накопичення суми цукрів у результаті фотосинтетичної діяльності і вивчити ендогенні фактори добової періодичності росту льону-довгунця.

Розглядаючи залежність накопичення суми цукрів від системи обробітку ґрунту і строків внесення добрив (табл. 4.7), слід відмітити високу інтенсивність органічного синтезу у фазі бутонізації і цвітіння, а у період дозрівання спостерігається різкий його спад.

Для листових тканин, які є постачальником асимілянтів всієї рослини, характерним виявилось збільшення загальних цукрів в умовах росту і розвитку льону при безполицевому обробітку ґрунту, у фазі “ялинка” – на 0,18 %, бутонізації – 0,56 %. На фоні оранки синтез цукрів відбувався і у фазі цвітіння. Після цвітіння, в період стиглості, процес утворення цукрів, незалежно від обробітку, різко скоротився. Таке явище ми пояснюємо відмиранням асиміляційного, листового апарату. Більш глибоко фотосинтетичну діяльність розглянемо в наступному розділі.

Внесення повної норми мінерального живлення під оранку і безполицевий обробіток восени і навесні характеризується інтенсивністю асиміляції і утворенням загальної кількості цукрів. У безполицевому варіанті при внесенні добрив восени, у фазі “ялинка” вони зросли на 0,86%, передпосівне внесення характеризується повільним зростанням цукрів (0,15%) і внесення половинної норми добрив восени і навесні збільшує їх синтез на 0,62%, порівняно з варіантом без добрив.

У фазі бутонізації проходить подальше, але повільне зростання синтезу загальних цукрів, і за строками внесення добрив всі варіанти вирівнюються з пріоритетом полицевого обробітку над безполицевим. У період цвітіння у варіанті з обертанням скиби інтенсивне їх накопичення спостерігається лише у рослин, під які добрива не вносили або носили під зяблеву оранку, що співпадає з дослідями Л.Л. Кошелєвої щодо вивчення впливу азотного живлення.

Таблиця 4.7

Особливості вуглеводного обміну залежно від строків внесення мінеральних добрив і способів обробітку дерново-середньопідзолистого ґрунту, % (1984 р.)

Строки внесення добрив	Фази росту і розвитку											
	“ялинка”			бутонізація			цвітіння			ранньо-жовта стиглість		
	загальні цукри	клітково-вина	лігнін	загальні цукри	клітково-вина	лігнін	загальні цукри	клітково-вина	лігнін	загальні цукри	клітково-вина	лігнін
Полицевий обробіток												
Без добрив	2,71	15,5	3,50	2,31	26,6	3,85	4,86	30,3	3,88	1,30	37,5	3,98
РК під оранку	3,22	15,7	3,52	3,42	25,5	3,86	4,38	30,2	3,90	2,60	38,0	3,98
РК після оранки	3,24	15,7	3,51	3,42	25,9	3,86	3,90	30,0	3,92	2,69	38,0	3,99
РК навесні	1,23	15,5	3,52	3,43	25,8	3,87	3,35	31,0	3,92	2,29	38,0	4,00
1/2 РК восени + 1/2 навесні	3,63	15,8	3,50	3,45	25,9	3,88	3,42	31,0	3,92	2,77	38,0	4,00
Безполицевий обробіток												
Без добрив	2,18	15,5	3,45	2,34	26,6	3,85	5,33	30,2	3,90	1,34	37,0	4,02
РК воєсни	3,04	15,5	3,49	3,86	26,0	3,87	5,90	30,0	3,89	2,45	37,2	4,00
РК навесні	2,33	15,5	3,49	3,00	25,8	3,87	5,80	31,0	3,89	2,75	37,2	3,99
1/2 РК восени + 1/2 навесні	2,80	15,5	3,49	3,50	26,3	3,89	5,80	30,0	3,90	2,90	37,2	3,99

При поверхневому внесенні мінеральних добрив з активним їх розподіленням в шарі ґрунту на глибині 10–12 см (варіант Д 10–12 см), у фазі цвітіння інтенсивність загальної кількості цукрів зростає і досягає максимальних показників (5,8–5,9%).

Кількість лігніну в рослинах зростає лише у міру росту і розвитку та найбільших показників, незалежно від варіантів досліду, досягає у фазі ранньої жовтої стиглості. Така ж тенденція спостерігається і щодо вмісту клітковини.

У досліді з вивченням норми добрив і безполицевого обробітку ґрунту отримані результати підтверджують загальні положення про норми і співвідношення між NPK та їх вплив на синтез органічних сполук. Оптимальне співвідношення елементів живлення на сірих лісових легкосуглинкових ґрунтах при всіх способах обробітку ґрунту становить 1:3:4, а максимальне накопичення загальних цукрів протягом періоду вегетації льонудовгунця зафіксовано на рівні внесення повної норми мінерального живлення в дозі $N_{30}P_{90}K_{120}$. (табл. 4.8) Внесення половинної норми елементів живлення супроводилось значним спадом утворення цукрів, що, спираючись на результати деяких досліджень [11, 396], можна пояснити позитивним впливом фосфору на переміщення водорозчинних вуглеводів з асимілюючих органів до всієї рослини в цілому. Така дія, можливо, пов'язана з інтенсивним включенням вільних цукрів в процес біосинтезу целюлози і формуванням тканини стебла та підвищенням потреби в будівельному матеріалі. Ось чому, на погляд Л.Л. Кошелевої [192], при більш високій нормі внесення фосфору (P_{90} кг/га) та зменшенні загального вмісту полісахаридів в стеблах і в зв'язку з гальмуванням утворення целюлози, спостерігається достатньо висока концентрація вільних цукрів.

Таблиця 4.8

**Особливості вуглеводного обміну залежно від норм внесення мінеральних добрив
та способів обробітку ґрунту, % (1994 р)**

Варіанти	Фази росту і розвитку											
	“ялинка”			бутонізація			цвітіння			р. ж. стиглість		
	загальні цукри	клітко- вина	лігнін	загальні цукри	клітко- вина	лігнін	загальні цукри	клітко- вина	лігнін	загальні цукри	клітко- вина	лігнін
Оранка на 20–22 см												
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	3,98	15,5	3,52	6,12	25,67	5,67	6,45	29,8	29,1	9,02	34,4	5,77
N ₁₅ P ₄₅ K ₆₀	3,69	15,5	3,52	4,24	25,61	5,61	6,11	29,7	25,7	8,16	34,2	5,87
N ₁₅	3,07	15,6	3,52	4,88	25,65	5,25	5,77	29,7	25,3	7,72	34,1	5,29
Без добрив	2,19	15,4	3,45	3,45	25,39	3,79	5,34	29,6	19,5	6,84	34,1	4,00
Дискування на 10–12 см												
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	4,10	16,02	3,55	6,81	27,39	5,39	7,51	31,4	29,3	9,42	34,7	5,39
N ₁₅ P ₄₅ K ₆₀	3,81	16,02	3,55	4,97	26,50	5,57	6,36	31,3	25,7	8,79	34,7	5,67
N ₁₅	3,04	15,91	3,69	4,17	26,10	5,10	6,48	31,3	25,3	9,07	34,5	5,19
Без добрив	2,28	15,88	2,82	3,08	25,88	3,88	6,29	31,0	19,4	8,28	34,5	4,03
Плоскоріз на 20–22 см												
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	4,00	15,63	3,62	6,77	25,93	5,33	6,87	31,3	29,4	9,37	34,8	5,53
N ₁₅ P ₄₅ K ₆₀	3,82	15,60	3,59	4,62	25,90	5,30	6,43	31,3	25,6	8,81	34,8	5,45
N ₁₅	3,24	15,60	3,61	3,87	25,82	5,12	5,98	30,0	25,2	8,13	34,7	5,41
Без добрив	2,31	15,50	2,80	2,94	25,80	3,80	6,01	30,0	19,3	7,18	34,3	3,93

У фазі бутонізації загальний вміст цукрів у варіанті із застосуванням безполицевого обробітку ґрунту на базі дискових знарядь при повній і половинній нормі внесення добрив зафіксовано найбільший синтез загальних цукрів. Таке явище може бути пов'язане з активним перемішуванням і рівномірним розміщенням їх по всьому профілю поверхневого шару ґрунту. Близьким до цих показників є варіант із застосуванням плоскорізного обробітку на глибину 20–22 см.

Якщо у варіанті з обертанням скиби у фазі цвітіння при внесенні повної дози добрив синтез цукрів гальмується, то, при половинній нормі і односторонньому внесенні азоту, він інтенсивно зростає.

На безполицевих способах обробітку ґрунту виділяється варіант інтенсивного формування цукрів з внесенням повної норми добрив, особливо при застосуванні дискових борін.

На початку визрівання, у фазі ранньої жовтої стиглості, продовжується інтенсивний синтез вуглеводів з пріоритетом внесення повної норми добрив.

Загально відомо, що у міру дозрівання льону проходить процес лігнізації волокна, що і спостерігаються у наших дослідах, де вміст лігніну досягає високих показників.

Найбільш сприятливі умови формування вуглеводів в рослинах льону-довгунця спостерігаються при механічному, неглибокому перемішуванні поверхневого шару ґрунту з повною та половинною нормами внесення добрив при застосуванні дискових знарядь.

4.4. Добова періодичність росту залежно від обробітку ґрунту і мінерального живлення

Добовий хід росту стебел льону проходить за добре вираженою синусоїдальною кривою, з максимальними характеристиками інтенсивності росту у вечірні та мінімальними у ранкові години. Добові коливання швидкості росту льону виражені більше ніж в інших культурах. При внесенні добрив навесні середньодобова швидкість росту у фазі бутонізації становила 1,49 мм/год., що на 0,41–0,51 мм/год. швидше, порівняно з варіантом, де добрива не вносили (рис. 4.1). Внесення

добрив під оранку забезпечує уповільнення швидкості росту у зв'язку з глибоким розміщенням їх у підорному шарі та розвитком великої питомої ваги об'ємної маси коренів у поверхневому профілі ґрунту на глибині 0–12 см, і тому добрива в період інтенсивного росту льону не використовуються.

Уповільнення швидкості росту без застосування добрив відбувається протягом 4 – 11 годин (7 год.), з внесенням добрив після оранки навесні – 8–10 (2 год.), та половинне загортання їх восени і навесні – 7–11 (4 год.). Таким чином, застосування добрив забезпечує скорочення періоду повільного росту в середньому у 2 рази.

На безполицевому варіанті обробітку ґрунту з внесенням добрив в різні строки відбувається прискорення росту порівняно з варіантом обертання скиби (рис.4.2).

З даних рис. 4.2 видно, що при внесенні добрив восени під дискове розпушування, в шарі ґрунту по профілю 0–12 см, концентруються внесені добрива і він збагачується на легкогідрозований азот, рухомі форми фосфору та обмінного калію. Середньодобова максимальна швидкість росту становить 1,59 мм/год., а внесення їх навесні та половинних норм восени і навесні уповільнює швидкість росту на 0,44 мм/год. Прискорення швидкості росту в цьому варіанті відбувається впродовж 9 годин з 14-ої до 22-ої години з максимальними показниками о 22 годині. У варіантах з внесенням добрив навесні і половинних доз восени та навесні період інтенсивного росту становить 5 годин на добу і зазначається з 17-ої до 22-ої години, що на 4 години менше порівняно з попереднім варіантом, а фаза максимальної швидкості припадає на 21 годину.

Якщо максимальна швидкість росту при внесенні добрив восени становить 2,75 мм/год., то в інших варіантах – на 0,6 мм/год. менше.

Враховуючи період швидкого росту і фазу бутонізації, який коливається в межах 28–32 днів, та багаторічну середньодобову швидкість росту 1,59 мм/год., можна отримати загальну висоту стебла близько 44–51 см, що становить більше 67 % питомої висоти стебла за весь період вегетації.

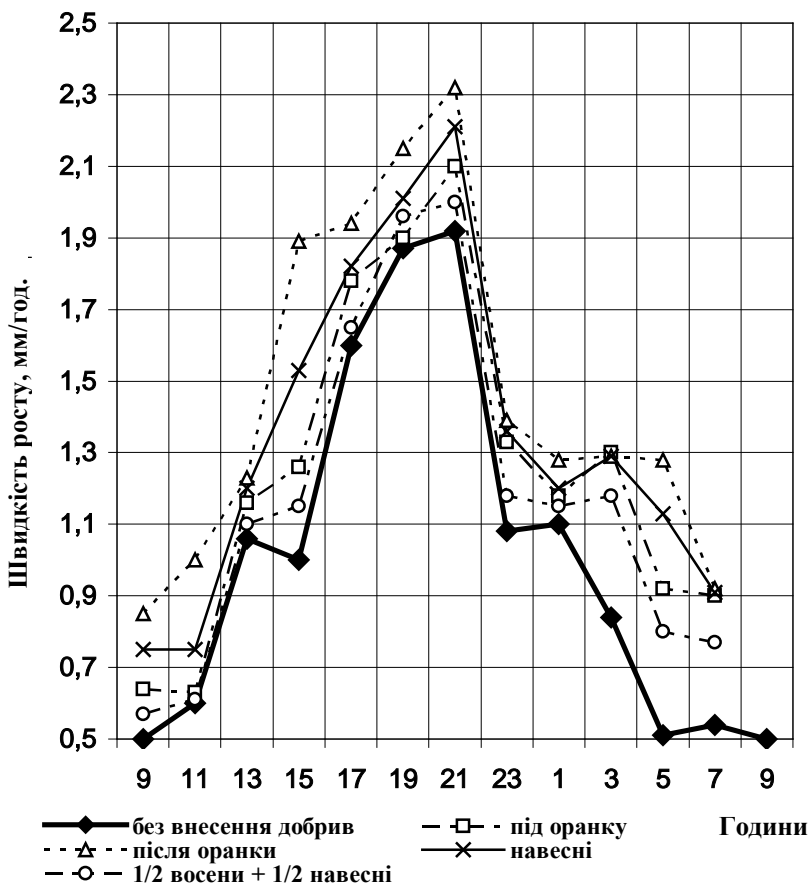


Рис. 4.1. Добова періодичність росту залежно від строків внесення мінеральних добрив у період швидкого росту (полицевий обробіток дерново-середньопідзолистих ґрунтів, середнє за 1982–1985 рр.)

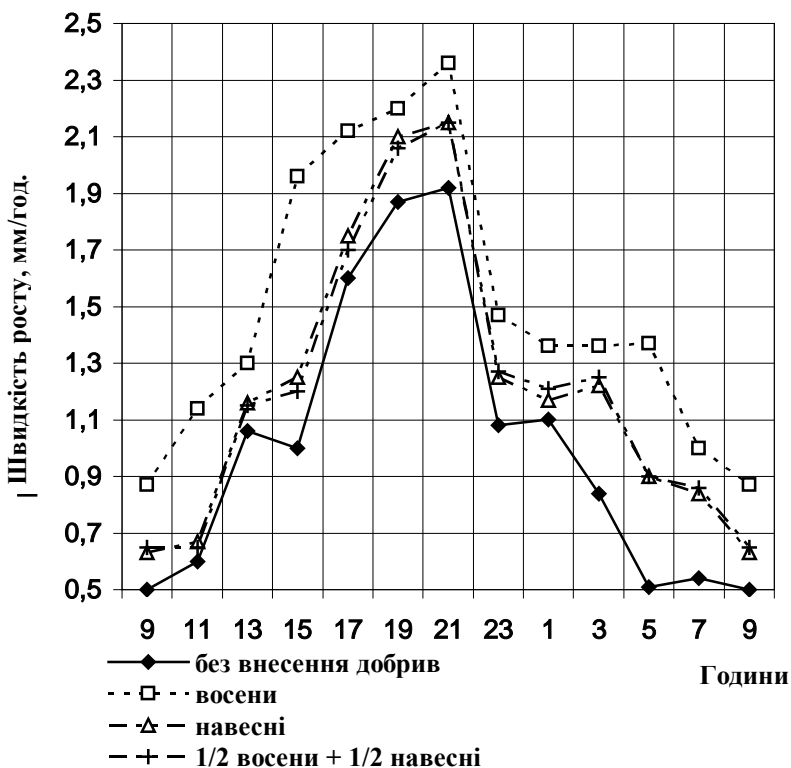


Рис. 4.2. Добова швидкість росту залежно від строків внесення мінеральних добрив у період швидкого росту (безполицевий обробіток дерново-середньопідзолистих ґрунтів, середнє за 1982-1985 рр.)

Уповільнення швидкості росту на фоні безполицевого обробітку ґрунту з внесенням добрив восени починається з 23-ої години і продовжується до 10 години, з мінімальною фазою росту впродовж 3-х годин – з 8-ої до 10-ої. У другому варіанті лінійна швидкість уповільнюється впродовж 14 годин, з 22-ої – до 12-ої, що на 2 години більше, ніж у попередньому варіанті, а мінімальні показники росту припадають на 8–12-ту години, що також на 2 години затримує ріст.

Про вплив норм мінеральних добрив на морфологічні показники, загальну і технічну довжину стебла та іншу біологічну характеристику ми зустрічаємо велику кількість літературних джерел [10, 33, 69, 78, 163, 169, 170, 175, 213, 248, 249, 250, 257, 256, 324, 326], проте майже повністю відсутні дослідження стосовно вивчення добової періодичності і ритмічності росту при постійній її реєстрації за часом у період вегетації.

Л.І. Петрова [256] зазначає, що від сходів до початку “ялинка” загальна потреба рослин у мінеральних елементах живлення невелика, а тому стебло росте повільно. У цей час швидко розвивається коренева система. Перші три тижні росту є критичними щодо фосфору і калію. Їх нестача у період сходи – “ялинка” призводить до незворотнього порушення біохімічних процесів росту і розвитку.

У фазі “ялинка” рослини льону поглинають 16–36 % азоту, 6–15 % фосфору і 11–12 % калію від загальної їх кількості, необхідної для формування врожаю.

Використання елементів живлення рослинами льону різко зростає у період швидкого росту і фазу бутонізації. Відмічається також енергетичний приріст стебел у висоту і накопичення органічної речовини. У цей період ріст льону відбувається за рахунок азоту. За 15 днів після внесення азоту стебла льону вирости у висоту на 10,1 см, фосфору – на 7,3 см і калію – на 3,3 см.

До початку цвітіння льон засвоює 70–84% азоту, 67–80% фосфору і 71–96% калію від загальної їх кількості, необхідної на формування всього врожаю.

Така загальна характеристика росту не розкриває закономірностей ростових процесів, які відбуваються в рослині.

У своїх дослідях ми вперше зробили спробу вивчити вплив норм добрив при різних способах обробітку ґрунту на добову періодичність і ритмічність росту льону-довгунця.

На рисунках 4.3, 4.4 і 4.5 показано криві росту протягом доби при безперервній їх реєстрації. Середньодобовий приріст льону у висоту без внесення добрив у варіанті з оранкою становить 22,2 мм, що на 7,26 мм менше порівняно з внесенням азотних добрив.

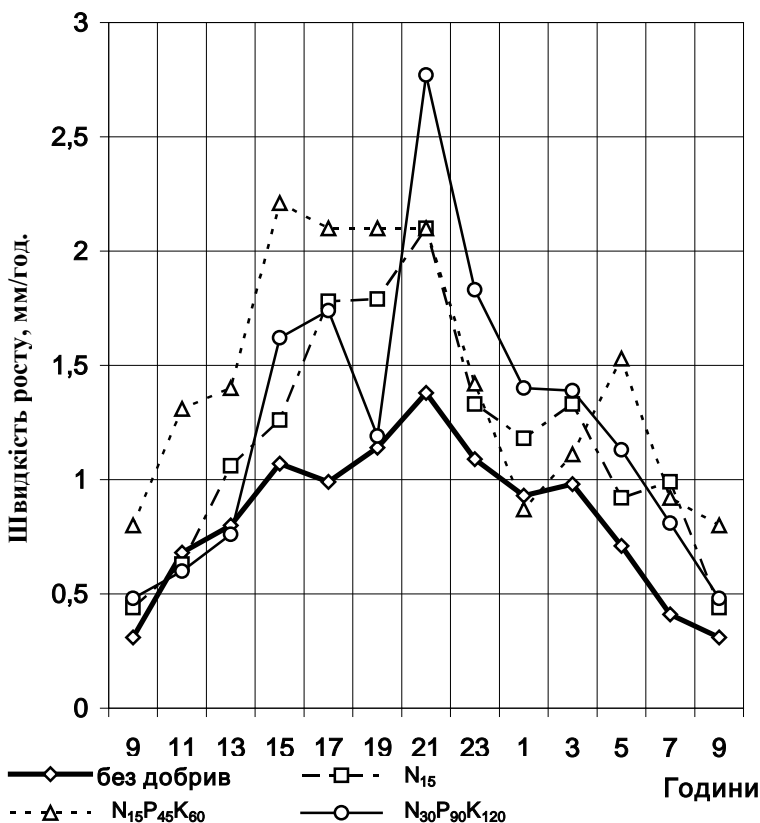


Рис. 4.3. Добова періодичність росту залежно від норм внесення добрив (оранка, період швидкого росту, 1990–1998 рр.)

Однобічне внесення азотного живлення сприяє інтенсивному вуглеводному обміну за рахунок більш активного розвитку асиміляційного апарату.

Внесення фосфоро-калійних добрив на фоні азотного живлення сприяє більш активному росту стебел, середньодобовий приріст його при співвідношенні NPK як 1:3:4 і нормі N₁₅P₄₅K₆₀ був на 12,46 мм більший порівняно з контролем, а підвищення норм до N₃₀P₉₀K₁₂₀ не дає позитивних результатів.

Середньогодинна швидкість росту без добрив становить – 0,93 мм, при внесенні N_{15} – 1,22, $N_{15}P_{45}K_{60}$ – 1,44 і $N_{30}P_{90}K_{120}$ – 1,33 мм.

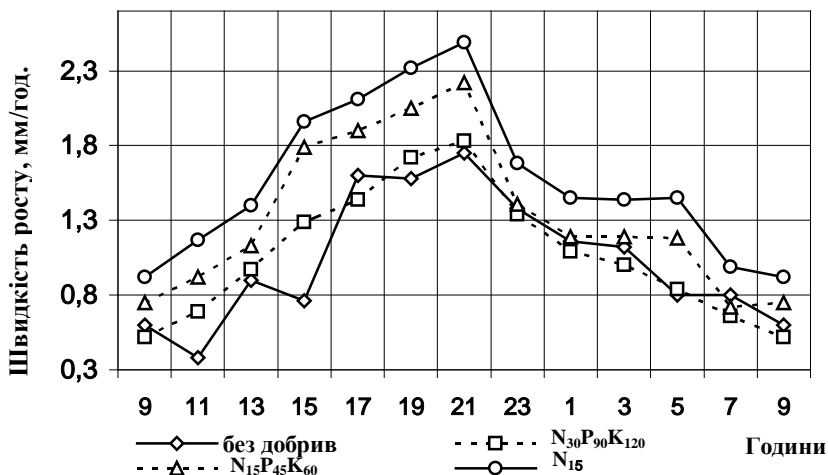


Рис. 4.4. Добова періодичність росту залежно від доз внесення добрив (дискування на сірих легкосуглинкових ґрунтах, період швидкого росту, 1990-1998 рр.)

Мінімальна швидкість росту при внесенні половинної норми добрив фіксується о 9-ій годині ранку і становить 0,8 мм/год., а потім спостерігається поступове прискорення його з максимальними показниками з 15-ої до 22-ої години. При внесенні повної норми NPK мінімальна швидкість росту коливається в межах 0,48–0,66 мм з 8-ої до 12-ої години з подальшим зростанням і досягненням більш високого максимуму з 20-ої до 22-ої години.

На фоні дискування ґрунту на глибину 10–12 см середньодобова швидкість росту становить без внесення добрив 1,04 мм/год., на варіанті з внесенням азоту – 1,1мм/год., половинна і, особливо, повна норма NPK дають найкращі результати. При середній швидкості росту 1,64 мм/год., середньодобовий приріст у варіанті з включенням повної норми NPK найбільший і складає 39,38 мм. Максимальна швидкість росту досягає 2,57 мм/год. о двадцятій годині і мінімальна – 0,88 мм/год. о – 8-й годині.

На плоскорізному обробітку ґрунту періодичність і ритмічність зберігаються при деякому уповільненні погодинної швидкості росту і середньодобового приросту стебел у висоту. Без внесення добрив мінімальна швидкість росту відмічається о 9-й годині і становить 0,5 мм/год. З цього часу спостерігається поступове зростання її і о 19-й годині вона досягає 1,9 мм/год. Внесення лише N15 майже не прискорює добової швидкості росту, повна і половина доза мінеральних добрив збільшує період швидкого росту на 2 години, а швидкість зростає на 0,3 і 0,5 мм/год. відповідно. У темний період доби швидкість росту повільно зменшується.

Систематичний безполицевий обробіток ґрунту із застосуванням дискових знарядь і внесенням повної норми мінеральних добрив восени у співвідношенні NPK як 1:3:4 забезпечує збільшення добового приросту і швидкості при незмінній періодичності і ритмічності росту льону-довгунця [132].

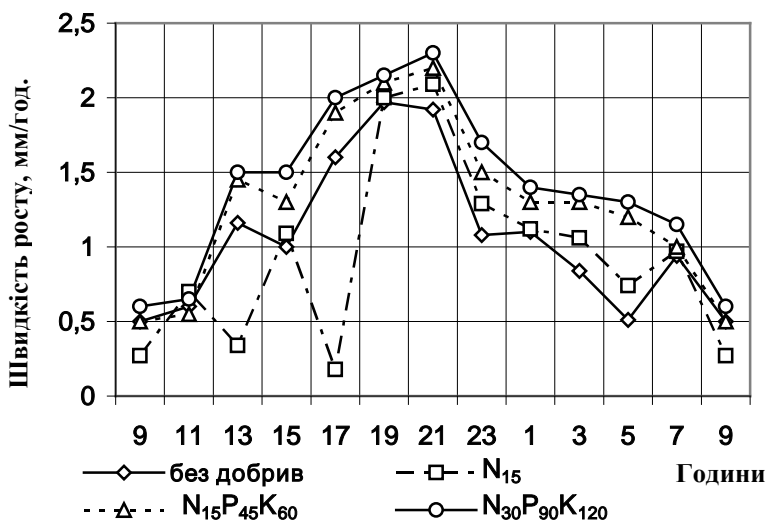


Рис. 4.5. Добова періодичність росту залежно від доз внесення добрив (плоскоріз на легко-суглинкових ґрунтах, період швидкого росту, 1990-1998 рр.)

4.5. Продуктивність льону-довгунця залежно від мінерального живлення

Виходячи з теоретичного обґрунтування програмування врожаїв сільськогосподарських культур [179, 180, 344, 343, 341], розрахунки доз добрив повинні починатися з визначення ефективної родючості ґрунтів. При розрахунку врожаю виникає необхідність внесення такої кількості добрив і їх співвідношення, які б забезпечили отримання розрахункової величини урожайності.

Великий експериментальний матеріал розрахунків елементів живлення з урахуванням ефективної родючості ґрунтів дав можливість рекомендувати для льону-довгунця певні норми добрив та їх співвідношення. Проте внесення азотних добрив з метою отримання високого врожаю волокна більше 10 ц/га на добре забезпечених елементами живлення ґрунтах призводить до полягання посівів, формування стеблостою з великим поперечним січенням і низькими показниками якостей льонопродукції. Саме з вищезгаданих причин ми вивчали таку систему удобрення льону-довгунця, яка б поєднувала мінімальне внесення добрив з отриманням максимальної продуктивності і високої якості при різних способах обробітку ґрунту.

Безполицевий обробіток ґрунту передбачає таке механічне його перемішування, при якому встановлена норма мінеральних добрив вноситься на поверхню ґрунту з наступним їх перемішування в профілі шару глибиною 0–12 см.

З приводу строків внесення добрив під льон-довгунець при традиційному, полицевому обробітку існують різні думки.

Вчені ВНДІЛ Л.І. Петрова [256]; А.М. Старовойтов [305] прийшли до висновку, що фосфорно-калійні добрива у більшості випадків необхідно вносити під оранку або рано навесні, азотні – під передпосівну культивуацію, що забезпечує отримання максимального врожаю.

І.А. Юршис, Т.М. Бубен, М.А. Пайкова [372] стверджують, що в умовах Білорусі строки внесення добрив не впливають на урожайність льонопродукції.

За І.П. Карпцем [173] восени під оранку необхідно вносити фосфорно-калійні добрива чи робити глибоку культивуацію зябу,

що забезпечує максимальну продуктивність льону. Це підтримують і А.Я. Соловйов, Л.М. Клятіс [300].

М.Г. Городній [97], Є.С. Карпова та інші [176] прийшли до висновку, що одноразове внесення НРК навесні забезпечує отримання найбільшого врожаю волокна.

Отже, з приводу внесення строків добрив під льон-довгунець існують різні думки, а щодо безполицевого обробітку ґрунту і пов'язаного з ним внесення добрив – питання залишаються мало вивченими.

Урожайність соломи на полицевому обробітку ґрунту в середньому за 1982–1985 роки була більшою за контроль при внесенні фосфорно-калійних добрив під оранку на 8,4 ц/га, а внесення їх восени після оранки забезпечує отримання врожаю льонопродукції на 10,5 ц/га вище за фон, що відповідає даним І.П. Карпця. Внесення їх навесні і 1/2 восени +1/2 навесні дає незначне підвищення врожаю (табл. 4.9).

На фоні безполицевого обробітку ґрунту отриманий врожай соломи на 3,1 ц/га вищий за полицевий без внесення добрив. Найбільша прибавка врожаю отримана при внесенні фосфорно-калійних добрив восени під обробіток ґрунту дисковою бороною, інші строки внесення поступаються за продуктивністю.

Щодо врожайності насіння зберігаються такі ж тенденції, як і для соломи льону (табл. 4.10). Внесення добрив в різні строки підвищує якість трести на 1,5–3,0 сортономерів. У варіанті з обертанням скиби і внесенням добрив під оранку якість трести зростає на один сортономер, а внесення їх після оранки, навесні і часткове внесення восени і навесні, відповідно, на 2 сортономерів.

Високий вміст і вихід всього волокна отримано при внесенні РК восени після оранки під наступний обробіток ґрунту, а вихід і якість довгого волокна при внесенні РК – навесні, тому і кількість процентномерів в цьому варіанті найвища.

Безполицевий обробіток ґрунту і поверхнєве внесення фосфорно-калійних добрив восени з наступним їх перемішуванням в шарі ґрунту 0–12 см забезпечує отримання високих кількісних (урожайність волокна – 14,5 ц/га) і якісних (вихід довгого волокна – 14,9, а його якість відповідає номеру 13,5) показників (табл. 4.11).

Важливим питанням раціонального удобрення льону є встановлення мінімальних норм добрив в біологічному землеробстві. Більш глибоко розглядати це питання необхідно в комплексній системі внесення добрив в полях сівозміни за ротацією. У сівозміні, де розміщувався льон, перший варіант у всіх системах обробітку ґрунту був органічний – за 8 років внесено лише 220 тонн гною; у другому – органо-мінеральному з обмеженою нормою мінеральних добрив – 190 тонн гною + N_{275} ; в третьому – з половинними нормами відповідно – 150 тонн гною + $N_{270}P_{305}$ і K_{345} і у четвертий – органо-мінеральний з повною нормою добрив – 90 тонн гною + $N_{415}P_{610}K_{690}$.

На урожай і якість льону в значній мірі впливають умови ґрунтового живлення, які склались до початку посіву під впливом системи удобрення всіх культур сівозміни. Ці умови найбільш сприятливо сформувались при сумісному внесенні у лляній сівозміні органо-мінерального добрива, коли гній вносити під кукурудзу і картоплю, а мінеральні добрива – кожного року під всі культури. Відомо, що гній повністю мінералізується і є джерелом живлення рослин, а деяка його частина закріплюється у ґрунті у вигляді гумусу.

Дослідами доведено, що багаторічне застосування органічних і мінеральних добрив покращує природні властивості ґрунту і при постійному внесенні безпосередньо під льон мінеральних добрив підвищується урожай соломи [256].

М.Г. Городній [97], Э. Карпова та інші [175], вважають, що на дерново-підзолистих середньо-суглинкових ґрунтах оптимальною нормою внесення мінеральних добрив є $N_{45}P_{90}K_{90}$, що забезпечує отримання максимального врожаю. За даними УНДІЗ доза добрив залежить від регіону вирощування, і попередника: в зоні центрального і східного Полісся після стернових – $N_{45-60}P_{60-90}K_{90-120}$; конюшини – $N_{20-30}P_{40-60}K_{60-90}$ кг.д.р. на 1 га.

Л.Д. Фоменко [329] доводить, що на низинних ясно-сірих ґрунтах найвищий врожай льонопродукції, в тому числі довгого волокна, при високих показниках якості й в центнерономерах одержано в досліді з потрібною комбінацією удобрення – $N_{30}P_{60}K_{120}$ (співвідношення NPK 1:3:3). Застосування низьких і високих доз азоту не дає позитивних результатів.

Таблиця 4.9

Урожайність соломи льону-довгунця залежно від строків внесення мінеральних добрив і обробітку ґрунту

Варіанти	Солома, ц/га						приріст	
	1982	1983	1984	1985	середнє за 1982–1985 рр.	приріст		
						ц/га	%	
<i>Полицевий обробіток</i>								
Без добрив	36,3	46,3	38,6	44,8	41,2	–	100	
РК–восени під оранку	39,1	56,8	48,1	54,3	49,6	8,4	120,4	
РК–восени після оранки	40,3	58,7	51,3	56,7	51,7	10,5	125,5	
РК–навесні	35,1	58,1	50,0	48,4	47,9	6,7	115,0	
1/2РК–восени+ 1/2РК навесні	36,9	52,3	45,7	46,6	45,4	4,2	110,4	
НІР ₀₉₅	0,89	2,09	1,40	1,99	1,59	–	–	
<i>Безполицевий обробіток</i>								
Без добрив	39,5	48,0	44,2	45,7	44,3		100	
РК–восени	42,0	58,2	55,3	57,3	53,2	8,9	120,1	
РК–навесні	35,6	60,1	51,9	52,4	50,1	5,8	113,0	
1/2РК–восени+ РК–навесні	33,7	54,8	50,4	48,9	46,9	2,6	105,9	
НІР ₀₉₅	2,17	2,99	1,33	1,45	1,98		X	

Таблиця 4.10

Урожайність насіння льону-довгунця залежно від строків внесення мінеральних добрив і обробітку ґрунту

Варіанти	Насіння, ц/га				Середнє за 1982– 1985	Приріст	
	1982	1983	1984	1985		ц/га	%
<i>Полицевий обробіток</i>							
Без добрив	4,2	4,7	3,7	5,5	4,5	–	100,0
РК–восени під оранку	4,4	5,6	4,9	7,0	5,4	0,9	120,0
РК–восени після оранки	4,6	6,3	5,2	7,2	5,8	1,3	128,9
РК–восени	5,4	6,9	4,8	7,1	6,1	1,6	135,5
1/2РК–восени + 1/2РК навесні	5,7	5,7	4,4	6,3	5,5	1,0	122,2
НІР ₀₉₅	0,46	0,28	0,22	0,59	0,39	–	–
<i>Безполицевий обробіток</i>							
Без добрив	4,8	4,9	4,5	5,5	4,9	–	100,0
РК–восени	7,9	5,5	5,5	8,1	6,7	1,8	136,5
РК–навесні	6,5	5,7	5,2	7,6	6,2	1,3	126,5
1/2РК–восени + 1/2РК–навесні	7,4	5,2	4,8	6,9	6,1	1,2	124,5
НІР ₀₉₅	0,86	0,27	0,17	1,55	0,71		

Таблиця 4.11

Урожайність і якість волокна залежно від строків внесення мінеральних добрив і обробітку дерново-підзолистого ґрунту (середнє за 1982–1985рр.)

Варіанти	Сорто-номер трести	Вміст волокна в тресті, %	Урожайність волокна, ц/га	Вихід волокна, %		Середній номер довгого волокна	Процентономерів довгого волокна
				всього	у т.ч. довгого		
Полицевий обробіток							
Без добрив	1,00	27,4	8,2	24,9	10,2	10,2	103,0
РК восени під оранку	1,25	29,3	12,9	26,1	12,1	12,3	148,8
РК-восени після оранки	1,50	29,8	13,1	26,7	13,5	12,5	168,7
Рік-навесні	1,50	30,1	12,8	26,8	13,8	12,7	175,3
1/2РКвосени+ 1/2РК навесні	1,50	28,5	11,9	26,2	13,1	11,9	155,9
Безполицевий обробіток							
Без добрив	1,00	27,7	8,9	25,2	10,7	10,4	111,3
РК-восени	1,75	30,8	14,5	27,3	14,9	13,5	201,1
РК-навесні	1,50	29,4	13,4	26,8	13,3	12,6	167,6
1/2РК-восени+ 1/2РК навесні	1,50	23,4	12,4	26,5	13,0	11,8	153,4

І.А. Юршис, Т.М. Бубен, М.А. Пайкова [372] доводять, що в умовах БілНДЗК на середньоокультурених сушіскових ґрунтах при внесенні оптимальних доз мінеральних добрив $N_{20-30}P_{60-80}K_{80-100}$ отримано найвищий врожай волокна і насіння. В абсолютній більшості норми внесення добрив на різних за типом і механічним складом ґрунтах вивчались при застосуванні інтенсивної технології вирощування льону-довгунця при звичайному або напівпаровому обробітку ґрунту, де обов'язковою агротехнічною операцією була зяблева оранка.

У наших дослідах з вивченням безполицевих способів обробітку ґрунту і пов'язаних з ними норм внесення мінеральних добрив інтегральним показником продуктивності льону була швидкість росту, за якою поверхнєве розпушування з внесенням добрив восени забезпечило найкращі результати.

Так, на органічному фоні, де під льон не вносилися мінеральні добрива, середній урожай соломи за 1990–1998рр. коливався в межах 42,6–45,2 ц/га, а насіння – 3,9–4,4 ц/га (табл. 4.12; 4.13). На фоні органо-мінеральної системи з внесенням безпосередньо під льон лише обмеженої кількості азотних добрив у нормі N_{15} кг на 1 га отримана прибавка врожаю соломи і насіння на оранці 1,9 і 0,6 ц/га; на дискуванні – 4,0 і 0,3 ц/га і на плоскорізному обробітку – 1,7 й 0,4 ц/га.

На фоні органо-мінеральної системи, де під льон вносили половину від рекомендованої норми мінеральних добрив – $N_{15}P_{45}K_{60}$, приріст врожаю соломи і насіння становив: на оранці – 6,2–1,0 ц/га; дискуванні 8,2–0,9 ц/га і плоскорізному обробітку – 5,4–0,5 ц/га. На фоні органо-мінеральної системи з внесенням безпосередньо під льон повної норми мінеральних добрив в дозі $N_{30}P_{90}K_{120}$ прибавка соломи і насіння становила: на оранці 5,1–0,8, дискуванні і плоскорізному обробітку – 7,6–0,5 ц/га.

Технологія обробітку ґрунту із застосуванням дискових борін та внесенням повної і половинної норми мінеральних добрив показала найкращі результати і забезпечила отримання високого врожаю соломи.

Отримана прибавка врожаю соломи при дискуванні і внесенні N_{15} , $N_{15}P_{45}K_{90}$ і $N_{30}P_{90}K_{120}$ щодо оранки становить: 2,1–2,0 і 6,3 ц/га; плоскорізного обробітку – 2,6–2,8 і 3,8 ц/га.

Приріст врожаю насіння на фоні оранки і дискування від внесення повної і половинної норми добрив коливається в межах 0,8 – 1,0 ц/га і плоскорізному – 0,5 ц/га.

Високий вміст всього волокна і особливо вихід довгого у всіх системах обробітку ґрунту з внесенням повної і половинної норми добрив забезпечує отримання високоякісної трести, яка за даними технологічної оцінки відповідає сортономеру 1,75.

За кількісно-якісними показниками добутку процентомерів довгого волокна виділяється варіант з оранкою та дискуванням ґрунту і внесенням $N_{15}P_{45}K_{60}$ кг д.р. на 1 га (табл.4.14).

За показниками врожайності соломи, насіння та волокна, а також якості льонопродукції виділяються два варіанти обробітку ґрунту: безполицеве рихлення на глибину 10–12 і полицеве – 20–22 см з внесенням повної і половинної норми мінеральних добрив.

Тривале застосування безполицевого обробітку ґрунту, особливо активного розпушення на глибину 10–12 см з внесенням повної та половинної норм мінеральних добрив сприяє накопиченню елементів живлення у шарі ґрунту 0–10 та 10–20 см і збільшує запаси легкогідролізованого азоту, рухомих форм фосфору і обмінного калію.

Внесення $N_{30}P_{90}K_{120}$ а також половинної норми мінеральних добрив восени при безполицевому рихленні ґрунту на глибину 10–12 см сприяє активному розвитку листкової поверхні, індекс якої у фазі бутонізації досягає 4,4–4,8, фотосинтетичний потенціал становить 1,27–1,98 млн $m^2/дн.$, що збільшує чистоту продуктивності фотосинтезу на 1,8–2,8г/ m^2 за добу. Збільшення синтезу загальних цукрів спостерігається при обробітку ґрунту без обертання скиби, особливо на базі розпушення дисковими знаряддями на глибину 10–12 см при внесенні повної і половинної норми мінеральних добрив.

Внесення мінеральних добрив восени під дискове розпушення ґрунту на глибину 10–12 см за рахунок покращення поживного режиму, фізико-механічних властивостей, фізіологічних показників льону-довгунця сприяло середньодобовій швидкості росту, показник якої становить 1,64 мм/год.

Таким чином, на фоні органомінеральної системи з внесенням безпосередньо під льон-довгунець повної норми мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{90}K_{120}$ кг на 1 га при обробітку ґрунту без обертання скиби на глибину 10–12 см забезпечує отримання достовірної прибавки врожаю соломи і насіння.

Таблиця 4.12

Вплив мінеральних добрив і обробітку ґрунту на врожайність соломи льону-довгунця, ц/га

Варіанти	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1997	1998	Середнє за 8 років	Приріст	
										ц/г	%
<i>Оранка на глибину 20–22см</i>											
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	62,7	52,6	52,4	30,0	33,4	60,4	32,7	78,5	50,3	5,1	106,8
N ₁₅ P ₄₅ K ₆₀	66,3	47,8	54,0	36,5	39,8	54,7	37,8	74,2	51,4	6,2	113,7
N ₁₅	64,4	45,3	48,0	35,2	31,5	48,1	35,6	68,7	47,1	1,9	104,2
Без добрив	63,7	47,4	52,0	35,5	26,7	42,7	31,9	61,8	45,2	---	100
<i>Дискування на глибину 10–12см</i>											
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	63,5	62,2	60,0	36,4	42,5	53,9	43,6	69,7	54,0	11,4	119,5
N ₁₅ P ₄₅ K ₆₀	63,7	57,5	57,0	45,8	37,0	53,7	48,2	59,2	52,8	8,2	123,9
N ₁₅	64,5	58,5	47,0	41,2	28,7	49,1	34,6	49,0	46,6	4,0	108,0
Без добрив	55,4	59,9	45,0	36,0	25,3	48,3	31,3	39,8	42,6	---	100
<i>Плоскоріз на глибину 20–22см</i>											
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	72,6	55,4	63,0	40,1	44,9	49,2	22,3	58,8	50,8	7,6	117,6
N ₁₅ P ₄₅ K ₆₀	66,5	59,7	58,0	38,7	46,2	40,0	23,5	56,3	48,6	5,4	112,5
N ₁₅	60,0	54,7	49,0	40,5	48,5	40,6	19,9	46,3	44,9	1,7	103,9
Без добрив	56,9	60,7	54,0	36,9	44,7	40,6	18,6	33,7	43,2	---	100,0
НІР ₀₉₅	<u>2,47*</u> 4,94	<u>5,07</u> 5,86	<u>1,89</u> 2,18	<u>1,42</u> 1,64	<u>1,81</u> 2,09	<u>3,64</u> 4,21	<u>2,33</u> 2,69	<u>2,81</u> 3,25	<u>2,68</u> 3,36	–	–

*Примітка: – чисельник – НІР за фактором А (обробіток ґрунту); – знаменник – НІР за фактором А та АВ (обробіток ґрунту і удобрення).

Таблиця 4.13

**Вплив мінеральних добрив і обробітку сірих легкосуглинкових ґрунтів
на врожайність насіння, ц/га**

Варіанти	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1997	1998	Середнє за 8 років	Приріст	
										ц/г	%
<i>Оранка на глибину 20–22см</i>											
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	4,3	2,7	4,8	3,5	3,3	6,2	7,9	5,7	4,8	0,8	120
N ₂₅ P ₄₅ K ₆₀	4,8	2,7	2,9	4,4	4,0	5,9	8,2	5,5	5,0	1,0	125
N ₁₅	4,4	2,5	4,3	4,2	3,1	4,6	8,2	5,9	4,6	0,6	115
Без добрив	3,6	2,6	4,8	4,3	2,7	4,2	5,4	4,8	4,0	–	100
<i>Дискування на глибину 10–12см</i>											
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	5,1	3,7	5,4	5,4	4,2	5,3	7,9	5,8	5,3	0,9	120
N ₁₅ P ₄₅ K ₆₀	4,8	4,3	5,0	4,4	3,7	5,4	8,2	6,3	5,3	0,9	120
N ₁₅	4,6	4,2	4,4	4,9	2,8	4,9	5,4	6,8	4,7	0,3	107
Без добрив	4,0	3,8	5,1	4,3	2,5	4,8	5,6	5,4	4,4	–	100
<i>Плоскоріз на глибину 20–22см</i>											
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	3,9	3,8	4,9	4,8	4,5	4,3	3,6	5,9	4,5	0,5	115
N ₁₅ P ₄₅ K ₆₀	3,9	3,6	4,3	4,6	4,6	4,2	4,1	6,2	4,4	0,5	113
N ₁₅	3,9	3,0	4,1	4,9	4,8	4,0	3,3	6,5	4,3	0,4	110
Без добрив	2,6	3,5	4,4	4,4	4,5	3,6	2,4	5,5	3,9	–	100
НІР ₀₉₅	<u>0,21*</u> 0,24	<u>0,32</u> 0,37	<u>0,21</u> 0,24	<u>0,19</u> 0,22	<u>0,14</u> 0,16	<u>0,22</u> 0,25	<u>0,46</u> 0,54	<u>0,24</u> 0,28	<u>0,25</u> 0,27		

* Примітка: – чисельник – НІР за фактором А (обробіток ґрунту; – знаменник – НІР за фактором А та АВ (обробіток ґрунту і удобрення).

Таблиця 4.14

**Урожайність і якість волокна залежно від мінеральних добрив
(середнє за 1990–1998 рр.)**

Варіант и	Середній номер трести	Вміст волокна в тресті, %	Урожайність волокна, ц/га	Вихід волокна, %		Середній номер довгого волокна	Процентно- номерів довгого волокна
				вс ього	у т.ч. довгого		
Оранка на 20–2 см							
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	1,75	29,3	10,8	27,1	15,1	12,8	193,3
N ₁₅ P ₄₅ K ₆₀	1,75	29,7	11,2	27,3	15,3	13,1	200,4
N ₁₅	1,25	29,1	9,9	26,4	12,1	10,9	131,9
Без добрив	1,25	28,7	9,4	26,0	11,8	10,7	126,3
Дискування на 10–12 см							
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	1,75	29,6	11,6	26,9	14,7	12,5	183,7
N ₁₅ P ₄₅ K ₆₀	1,75	29,8	11,5	27,2	14,9	13,4	199,7
N ₁₅	1,25	28,5	9,9	26,3	14,1	10,8	152,3
Без добрив	1,25	27,6	8,9	26,1	13,9	10,3	143,2
Плоскоріз на 20–22 см							
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	1,75	28,8	10,6	26,3	13,6	11,8	160,5
N ₁₅ P ₄₅ K ₆₀	1,75	28,7	10,5	27,0	13,8	12,4	171,1
N ₁₅	1,25	27,5	9,3	25,9	11,9	10,6	126,1
Без добрив	1,25	27,0	8,6	24,8	10,7	10,1	108,1

4.6. Продуктивність льону-довгунця залежно від щільності фітоценозу

На думку М.М. Афоніна [30], С.А. Леонова [209], Л.Д. Фоменка, В.Я. Воронкова [86], М.М. Афоніна, Н.В. Сосновської [32] на більш родючих ґрунтах з достатньою кількістю вологи кращі результати дають більш ущільнені посіви, а на ґрунтах легкого механічного складу і недостатньо забезпечених вологою краще переносять посуху розріджені посіви.

Але існує протилежна думка. На більш родючих ґрунтах щільність фітоценозу льону повинна бути меншою, оскільки загущені посіви призводять до полягання льону [363].

Обмежуючим фактором отримання високих врожаїв льону-довгунця є вологозабезпеченість посівів. У наших дослідженнях регулювання водного режиму ґрунту при різній щільності фітоценозу приводить до зростання середньої листкової поверхні (табл. 4.15).

Таблиця 4.15

Залежність площі листкової поверхні (S , тис. $m^2/га$) від зволоженості (W , % НВ) при різній щільності фітоценозу льону-довгунця

Норма посіву, шт./га	Коефіцієнти рівняння			Коефіцієнти кореляції
	a	b_1	b_2	
20	24,26	1,44	$6,8 \cdot 10^{-4}$	$0,94 \pm 0,16$
25	8,77	0,7	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$0,98 \pm 0,07$
30	32,4	1,44	$8,0 \cdot 10^{-4}$	$0,94 \pm 0,16$

Проте листкова поверхня не вирішує оптимальної структури посіву, необхідно сформувати високий фотосинтетичний потенціал. Тому при дефіциті вологи ніякими іншими прийомами, окрім зрошення, підтримувати необхідний фотосинтетичний потенціал неможливо. Нами відмічено, що зі збільшенням щільності агрофітоценозу з 20 до 30 млн шт./га фотосинтетичний потенціал зростає з 1,29 млн $m^2/га$ до 1,4 млн $m^2/га$, при цьому збільшується і чиста продуктивність фотосинтезу.

Численні дослідження показують, що у діапазоні зміни вологості ґрунту, нижній рівень якої умовно називається критичною вологістю, а верхній – відповідає оптимальній, інтенсивність фотосинтезу не залежить від вологості ґрунту. Якщо запаси вологи у ґрунті менш граничної вологості, відмічається різке зниження інтенсивності фотосинтезу (табл. 4.16).

Таблиця 4.16

Залежність чистої продуктивності фотосинтезу від щільності фітоценозу льону-довгунця і вологості ґрунту

Вологість ґрунту, % НВ	Приріст фітомаси, кг/га	Листкова поверхня, м ² /га	Середньодобовий приріст, кг/га	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м ² ·добу
20 млн шт./га				
60	3999,1	18760,0	97,0	5,7
70	3339,2	20581,0	98,2	5,0
80	3410,2	21722,5	100,3	5,3
90	3762,5	22743,5	110,6	5,5
25 млн шт./га				
60	4478,6	20135,5	131,8	5,6
70	4848,8	26469,5	141,7	5,8
80	5109,4	25876,7	150,3	6,1
90	4579,6	25026,5	134,6	5,9
30 млн шт./га				
60	4508,9	23919,0	132,6	5,8
70	4683,7	27146,0	137,8	5,8
80	5179,7	29984,0	152,3	5,6
90	4802,6	29849,0	141,2	5,1

Згідно з даними таблиці 4.16 висока продуктивність фотосинтезу спостерігається при посіві 25 млн шт./га, при вологості ґрунту 80 % НВ у першій половині вегетації.

Якість льонопродукції залежить від вирівняності стеблостою. Нами встановлено, що перед збиранням вирівняність покращується зі збільшенням зволоженості ґрунту. Найбільше вирівняний стеблостій був при нормі посіву 25 млн шт. насіння на 1 га і зволоженості ґрунту до 80–90 % НВ у першій половині

вегетатії. Показник коефіцієнту варіації при цьому зменшується від 14,9 % до 11,3 % при зволоженості ґрунту 90 % НВ (табл. 4.17).

Таблиця 4.17

Параметри рівняння зв'язку вирівняності стеблостою (С, %) зі зволоженістю (W, % НВ) – Вид рівняння $C=a+b$

Фази росту і розвитку	Коефіцієнт рівняння		Коефіцієнт кореляції
	a	b	
	20 млн шт.		
Бутонізація	30,1	-0,15	-0,84±0,05
Цвітіння	28,9	-0,21	-0,84±0,013
Рання жовта стиглість	17,5	-0,07	-0,86±0,25
	25 млн шт.		
Бутонізація	20,2	-0,04	-0,79±0,11
Цвітіння	26,7	-0,17	-0,89±0,12
Рання жовта стиглість	19,9	-0,09	-0,83±0,03
	30 млн шт.		
Бутонізація	21,2	-0,07	-0,76±0,32
Цвітіння	31,6	-0,22	-0,88±0,13
Рання жовта стиглість	16,9	-0,05	-0,89±0,01

Коефіцієнт кореляції показує більш високу залежність вирівняності стеблостою від зволоженості у більш щільних посівах у початкові фази росту льону.

У міру росту і розвитку льону ця закономірність менш виражена, а у розріджених посівах така закономірність відсутня.

У розріджених посівах, при нормі – 20 млн шт./га спостерігається висока життєздатність льону. При збільшенні щільності фітоценозу зв'язок збереженості рослин впродовж вегетаційного періоду зі збільшеністю зволоженості ґрунту послабляється, що підтверджують коефіцієнти кореляції (0,97±0,01; 0,95±0,03; 0,83±0,28).

Діаметр стебел льону при вологості в міру ущільнення фітоценозу льону-довгунця збільшується. Якщо при густоті посіву 20 млн шт./га зв'язок між цими показниками незначний ($r=0,37\pm 0,26$), то при збільшенні норми посіву до

30 млн шт./га коефіцієнт кореляції зростає до $0,79 \pm 0,13$, і особливо тісний зв'язок спостерігається при нормі посіву 25 млн шт./га і становить $0,85 \pm 0,26$.

Збільшення густоти посіву до 30 млн шт./га забезпечує незначне зростання загальної висоти у порівнянні з нормою посіву 20 млн шт./га (табл. 4.18).

За критерієм суттєвої різниці приріст у висоту отримано при щільності посіву 20 млн шт./га, з вологістю 80 % ($t_{05}=3,5-5,1$), а при щільності 30 млн шт./га у варіантах 70, 80 і 90 % НВ ($t_{05}=3,4-11,5$).

У наших дослідженнях вивчалась добова періодичність росту льону-довгунця в залежності від щільності стеблостою та вологозбереження ґрунту. Рівень зволоженості ґрунту більш суттєво впливає на добову періодичність росту, ніж норма посіву.

Оскільки застосування математичних методів до процесів росту несе відбиток випадковості, тому що ріст розглядається лише як вірогідний процес без урахування впливу факторів зовнішнього середовища, а також вікового і фізіологічного стану рослин нами застосовувалися прийоми реєстрації ростових процесів у вигляді графічних записів й табличних матеріалів.

Таблиця 4.18

Рівняння зв'язків висоти рослин льону (Н, см) зі зволоженістю ґрунту (W, % НВ)

Фази росту і розвитку	Коефіцієнт рівняння		Коефіцієнт кореляції
	a	b	
	20 млн шт./га		
“Ялинка”	8,58	0,15	$0,36 \pm 0,14$
Бутонізація	37,3	0,07	$0,69 \pm 0,35$
Цвітіння	51,0	0,1	$0,98 \pm 0,08$
Рання жовта стиглість	64,6	0,05	$0,63 \pm 0,38$
	30 млн шт./га		
“Ялинка”	7,94	0,01	$0,35 \pm 0,14$
Бутонізація	32,7	0,21	$0,85 \pm 0,26$
Цвітіння	57,7	0,09	$0,77 \pm 0,32$
Рання жовта стиглість	56,4	0,19	$0,69 \pm 0,22$

Добовий приріст льону при рівні зволоженості ґрунту 90 % НВ і щільності посіву 25 млн шт./га збільшується за рахунок росту вдень (табл. 4.19).

Зволоження ґрунту до рівня 90 % НВ у період “ялинка”– бутонізація прискорює швидкість росту у висоту при нормі посіву 25 млн шт./га у середньому на 0,38–0,43 см. Добовий приріст відбувається за рахунок денного періоду. Більш виразно добова періодичність росту показана на рис. 4.6.

Добовий хід ростових процесів має синусоїдальну криву з максимумом у вечірні і мінімумом у ранні години.

Таблиця 4.19

**Приріст льону-довгунця залежно від зволоженості
(середнє за період “ялинка” – цвітіння)**

Показники	Вологість ґрунту, %НВ				
	60	90 сходи – “ялинка”	±, до контролю	90 “ялинка”– бутонізація	±, до контролю
Вдень	0,83	1,11	0,28	1,21	0,38
Вночі	0,3	0,39	0,09	0,35	0,05
За добу	1,13	1,51	0,38	1,56	0,43
Швидкість росту, мм/год.	0,47	0,63	0,16	0,65	0,18

Найбільший добовий приріст рослин у висоту спостерігається у варіанті з вологістю ґрунту, в період швидкого росту 90 % НВ що на 0,63 см або на 35% більше порівняно з контрольним варіантом.

Інтенсивне зростання льону відбувається протягом 6-и годин, з 15-ої до 21-ої години. Підтримка вологості ґрунту у межах 70–90 % НВ забезпечує більш інтенсивне зростання при нормі посіву 25 млн шт. схожих насінин на 1 га, особливо у першій половині вегетаційного періоду. Середньодобовий приріст льону у висоту порівняно з контролем зростає з 1,96 до 2,24–2,28 см. Денний приріст становить 0,14–0,21, а вночі 0,08–0,14 см.

Найбільша швидкість росту і добовий приріст відбувається у відносно короткий період, у період завершення 5-го етапу і проходження 6-го етапу органогенезу.

Результати наших досліджень показують, що підвищення зволоженості ґрунту, особливо при нормі посіву 25–30 млн шт./га на фоні безполицевого обробітку ґрунту дозволяє збільшити денний приріст льону.

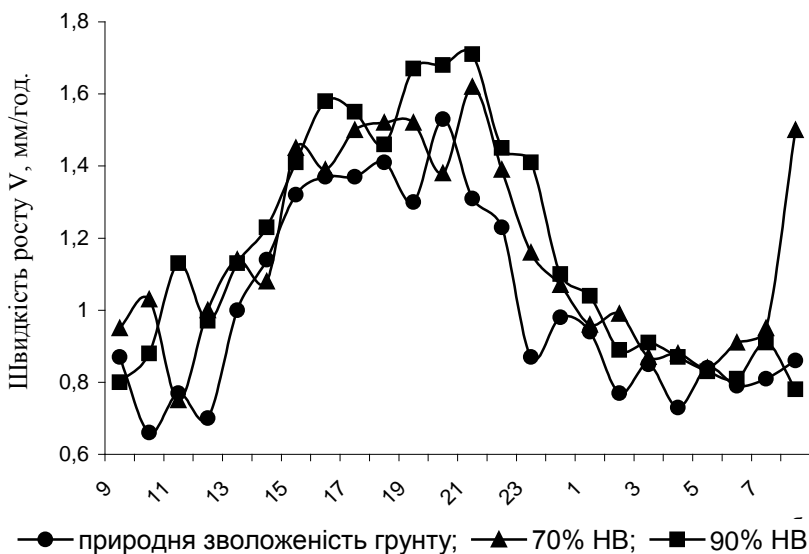


Рис. 4.6. Добова періодичність росту льону-довгунця залежно від норми посіву і зволоженості ґрунту у період швидкого росту.

Встановлена закономірність добової періодичності росту і розвитку льону-довгунця залежно від щільності фітоценозу і зволоженості ґрунту повинна враховуватися при застосуванні методу програмування врожаю льону-довгунця.

Ріст як інтегральний показник фізіологічного процесу є провідним у реалізації спадкової програми організму, яка складається із оболонки, ферментів і мембрани, що з урахуванням інших речовин рослини складає поняття – загальна фітомаса рослин. Якщо у критичний період посіви льону зазнають нестачу лімітуючого фактору, і особливо вологозабезпеченості, спостерігається зниження добової швидкості росту, що призводить до недобору врожайності льону. Добовий хід ростових процесів льону-довгунця має синусоїдальну криву з максимумом у вечірні

і мінімумом в ранні години (рис. 4.6). Зволоження ґрунту до рівня 80–90 % НВ у період “ялинка” – бутонізація прискорює швидкість росту на 0,12–0,23 мм/год., найбільша швидкість росту відбувається у відносно короткий період, на V–VI-у етапах органогенезу. Встановлено, що величина добового приросту льону-довгунця при високій тісноті зв’язку ($r = 0,63 - 0,94$) залежить від зволоженості ґрунту.

Встановлено, що вологозапезпеченість обумовлює у кінцевому результаті величину врожайності. Статистичні показники врожаю льонопродукції подані у табл. 4.20.

Таблиця 4.20

**Урожайність льонопродукції залежно від щільності
фітоценозу льону-довгунця та зволоженості ґрунту, ц/га
(1988–1990 рр.)**

Вологість ґрунту, % НВ	Солома		Насіння		
	середнє значення	± до контролю	середнє значення	± до контролю	
Природня	20 млн шт./га				
	56,1±1,9	–	6,6	–	
	60	55,9±2,1	- 0,2	6,2±0,4	- 0,4
	70	60,9±2,6	4,8	7,0±0,3	0,4
	80	64,9±2,3	8,9	7,7±0,4	1,1
	90	59,7±2,3	3,6	8,3±0,3	1,7
НІР 05	5,2		0,63		
Природня	25 млн шт./га				
	54,8±1,2	–	6,6±0,3	–	
	60	60,6±2,4	5,8	7,1±0,2	0,5
	70	65,6±3,6	10,8	7,6±0,3	1,0
	80	69,7±4,8	14,9	8,2±0,3	1,6
	90	64,9±3,5	10,1	9,2±0,3	2,6
НІР 05	4,2		0,51		
Природня	30 млн шт./га				
	59,7±3,0	–	7,3±0,5	–	
	60	59,8±3,9	0,1	7,2±1,1	-0,1
	70	67,9±3,0	8,2	7,8±0,3	0,5
	80	69,3±4,8	9,6	8,3±0,8	1,0
	90	63,1±4,4	3,4	8,9±0,8	1,6
НІР 05	7,09		1,13		

З даних таблиці 4.20 видно, що урожайність насіння льону у всіх варіантах досліджень щодо зволоженості ґрунту зростає. Залежності між урожайністю насіння і щільністю посівів не встановлено.

Найбільш високі врожаї соломи отримані при густоті посіву 25 і 30 млн шт./га. Щільність стеблостою при нормі посіву 20 млн шт./га не забезпечує отримання високого врожаю. При цьому слід зазначити, що рівень зволоженості ґрунту 90% НВ, викликає деяке зниження урожайності соломи в міру ущільнення фітоценозу льону за рахунок його вилягання.

Таким чином, з метою отримання 60–65 ц/га соломи льону необхідно висівати 25 млн шт. схожих насінин на 1 га і підтримувати вологість ґрунту на рівні 75–85 % НВ у першій половині вегетації. Залежність врожаю соломи льону від умов зволоженості підтверджується результатами кореляційно-регресивного аналізу (табл. 4.21).

Таблиця 4.21

Залежність урожайності соломи від зволоженості ґрунту при різній щільності фітоценозу льону-довгунця

Показники	Норма посіву, млн шт./га		
	20	25	30
Коефіцієнт кореляції	0,65±0,12	0,64±0,16	0,59±0,18
Кореляційне відношення	0,96±0,19	0,92±0,03	0,86±0,04

Особливо важливим фактором оцінки щільності фітоценозу льону є показники якості льонопродукції. На якість льонопродукції, як було вже показано раніше, впливають способи обробітку ґрунту, удобрення, передпосівний обробіток, а також строки і способи збирання.

Більш інтенсивне формування волокна відбувається у період швидкого росту і фазу бутонізації. Саме у цей період забезпечення льону необхідними факторами, і в першу чергу вологою, сприяє отриманню високого врожаю з якісними показниками льонопродукції.

Результати наших досліджень вказують, на значний зв'язок між зволоженістю ґрунту і показниками якості волокна. Зволоженість ґрунту до 90% НВ при нормі посіву 25 млн шт./га щодо природного зволоження приводить до збільшення вмісту волокна

у соломі льону на 25,4 %, а його якість зростає на 11,7 %, процентономер на 23,3 %, міцність на 17,7 %.

Таким чином, вирощування льону на дерново-глейових осушених ґрунтах позитивно впливає на вихід найбільш цінного, у технологічному відношенні, довгого волокна; при 80 % НВ і нормі посіву 25 млн шт. схожих насінин на 1 га він збільшується на 20,7–25,4 %.

Зволоження ґрунту призводить до деяких біохімічних змін. Міцність стебел визначається рівнем вмісту геміцелюлози, целюлози і лігніну. Лігнін є головним компонентом деревини, він хімічно пов'язаний з геміцелюлозами, майже не розкладається під дією ферментів.

У наших дослідженнях відмічено збільшення вмісту лігніну в стеблах льону (табл. 4.22).

Таблиця 4.22

**Біохімічний склад залежно від щільності фітоценозу
льону-довгунця і вологості ґрунту**

Зволоженість, % НВ	Норма посіву, млн шт./га	% на повітряно-суху речовину	
		лігнін	клітковина
Природна	20	5,19	57,3
	25	5,62	48,0
	30	5,55	46,7
80	20	5,32	52,4
	25	5,16	46,0
	30	4,87	44,3

З тим, щоб розрахувати програмований дійсно можливий врожай за вологозабезпеченістю, врахували продуктивну вологу за період вегетації та визначили коефіцієнт водоспоживання.

Середньомісячні запаси продуктивної вологи у шарі ґрунту 0–100 см під льоном-довгунцем складають: посів – 183 мм; період швидкого росту – 145 мм; цвітіння – 111 мм; зелена стиглість – 97 мм. Для періоду посів – цвітіння середні запаси продуктивної вологи становлять – 133,6 мм. З урахуванням опадів за вегетаційний період і механічного складу ґрунту отримуємо 225,6 мм вологи. Відповідно рівень врожайності волокна

буде становити 14,9 ц/га. Водоспоживання льону за роки досліджень показані у таблиці 4.23.

Таблиця 4.23

Водоспоживання льону-довгунця

Вологість ґрунту, % НВ	Водоспоживання, м ³ /га	Урожайність соломи, ц/га	Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /т
Природна	2298,0	54,8	419,3
70	2540,7	65,6	387,3
80	2915,0	69,7	418,2
90	3827,5	64,9	591,3

За даними наших досліджень запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту (0–50 см) з урахуванням опадів і процента їх засвоєння ґрунтом у варіантах досліді становила – 158,3; 183,6; 238,3; 328,5 мм, що повинно забезпечити урожайність волокна в межах: 10,4; 12,1; 15,7; 21,7 ц/га при вмісті 20 % його у стеблах соломи льону.

За допомогою регулювання вологозабезпеченості ґрунту при оптимальній щільності фітоценозу льону-довгунця можна отримати високий і стабільний урожай волокна доброї якості.

Найважливішими принципами програмування дійсно можливого врожаю льону-довгунця є способи основного і передпосівного обробітку ґрунту, система удобрення, щільність фітоценозу та вологозабезпеченість, що забезпечують ефективне використання поновлюваної енергії.

Агробіологічне обґрунтування і розробка агротехнічних прийомів ресурсозберігаючої технології вирощування льону-довгунця впродовж 20 років дозволяють зробити розрахунки врожаю з урахуванням основних принципів програмування за І.С. Шатіловим [343].

Біологічну основу програмування врожаю складають закономірності фотосинтетичної діяльності посівів. Саме вони визначають максимальну величину первинного утворення органічної речовини. Приплив сонячної енергії замінити практично неможливо, і тому цей фактор є головним в утворенні фітомаси. Першою частиною програмування є розрахунок теоретичномож

ливого урожаю, потім дійсноможливого за вологозабезпеченістю і на заключному, основному, етапі необхідно врахувати всі складові технології вирощування так, щоб максимально наблизити урожай у виробництві до дійсно можливого, а його – до потенційноможливого.

Проведені багаторічні дослідження з визначення кращих агротехнічних прийомів забезпечують формування високого фотосинтетичного потенціалу посіву. Формування необхідної величини листкової поверхні і фотосинтетичного потенціалу забезпечується кращими агротехнічними прийомами за оптимальним водним режимом.

У процесі росту і розвитку та формування урожаю посіви використовують від 0,5 до 3% фотосинтетичної активної радіації (ФАР). Ось чому пошуки агротехнічних прийомів були спрямовані на якомога більше використання сонячної енергії. Відомо, що чим вищий коефіцієнт корисної дії фотосинтетичної активної радіації, тим більш висока продуктивність даного посіву.

Якщо знати приплив ФАР і прийняти певний коефіцієнт корисної дії, можна розрахувати величини накопичення загальної фітомаси льону-довгунця у Поліській зоні України.

Для обрахування кількості утвореної у процесі фотосинтезу органічної речовини використовується формула:

$$ПМУ = \frac{Q \times K_Q}{C \times 10^2},$$

де: ПМУ – потенційно можливий урожай абсолютно сухої речовини, ц/га;

Q – приплив фотосинтетичної активної радіації за період вегетації льону, ккал/га;

K_Q – коефіцієнт використання фотосинтетичної активної радіації, %;

C – кількість енергії, необхідної на утворення абсолютно сухої речовини, ккал/га.

Кількість фотосинтетичної активної радіації (Q) в умовах дослідного поля ДАЕУ за період сходи – збирання льону-довгунця становить $19,7 \times 10^8$ ккал/га. За умов використання посівами льону 0,5 % ФАР урожайність соломи сорту Могильовський 2 – становить 21,4 ц абсолютно сухої речовини. Враховуючи вихід

12 %, корбочок отримуємо урожай соломи 19,3 ц/га, а у переведенні на волокно, при вмісті 25 % його у соломі – 4,8 ц/га, що відповідає середньобогаторічній урожайності у виробництві. При коефіцієнті 1 % фотосинтетичної активної радіації отримуємо соломи – 38,5, волокна – 9,6 ц/га; при 1,5 % – 57,8 і 14,4 ц/га; та 2 % – 77,0 і 19,3 ц/га відповідно.

Коефіцієнт використання фотосинтетичної активної радіації розраховується за формулою:

$$Q_k = \frac{Y \times C \times 100}{Q},$$

де: Q_k – коефіцієнт використання ФАР, %;

Y – урожай фітомаси, ц/га;

C – кількість енергії необхідної на утворення абсолютно сухої речовини, ккал/га;

Q – приплив фотосинтетичної активної радіації, ккал/га.

Коефіцієнт корисної дії фотосинтетичної активної радіації за розробленою нами ресурсозберігаючою технологією становить 0,95%, що на 0,25% вище, ніж за звичайною. Розпушування дерново-середньопідзолистого ґрунту на глибину 10–12 см з внесенням мінеральних добрив восени у дозі $N_{30}P_{90}K_{120}$ приводить до використання 1,0 % ККД ФАР, а на сірих лісових легкосуглинкових – 1,11%. Проведення глибокого рихлення дерново-глейового суглинкового ґрунту збільшує ККД ФАР до 1,3%. Збільшення щільності фітоценозу з 16 до 20 млн. шт. рослин на 1 га дозволяє при зволоженості ґрунту 80 % НВ мати ККД ФАР – 1,4%.

Дійсноможливий врожай щодо вологозабезпеченістю (табл. 4.24) розраховували за формулою:

$$Y = \frac{W \times 100}{K_w},$$

де: Y – урожай абсолютно сухої речовини, ц/га;

W – ресурси продуктивної вологи за період вегетації, мм;

K_w – коефіцієнт водоспоживання, мм·га/ц.

Таблиця 4.24

Запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, мм

Зволоженість вегетаційного періоду	Опади за період вегетації	Продуктивна волога ґрунту	Всього продуктивної вологи
Посушливий	60	65	107
Оптимальний	101	134	204
Перезволожений	138	166	263

Коефіцієнт використання опадів на суглинкових ґрунтах становить 0,66–0,76. Враховуючи продуктивну вологу опадів і запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту розраховуємо дійсноможливий урожай продукції льону-довгунця (табл. 4.25)

Таблиця 4.25

Дійсно-можливий урожай льону-довгунця залежно від зволоженості вегетаційного періоду

Зволоженість вегетаційного періоду	Коефіцієнт водоспоживання, мм·га/ц	Урожай, ц/га		
		соломи	волокна	насіння
Посушливий	370	31,2	6,2	3,5
Оптимальний	300	73,6	14,7	8,0
Перезволожений	250	114,2	22,8	12,6

Однак нерівномірне розподілення опадів за часом впродовж вегетації льону-довгунця у критичний період інтенсивного росту вологозапаси в поверхневому шарі ґрунту, де знаходиться основна маса коренів, понижені, що призводить до різкого зменшення урожайності. Коефіцієнт зволоженості зменшується до 0,45–0,65. Тому зрошення є важливим засобом регулювання водного режиму, особливо у посушливі роки, що забезпечує ефективне використання родючості ґрунтів, прийомів мінімалізації обробітку ґрунту, мінеральних добрив, поновлюваної енергії. За даними досліджень Державного агроекологічного університету норми зрошування льону-довгунця повинні становити 250–400 м³/га.

У залежності від програмованого урожаю та застосування ресурсозберігаючої технології вирощування розраховується фотосинтетичний потенціал, тобто період роботи листкової

поверхні, що забезпечується щільністю фітоценозу льону-довгунця. З урахуванням довжини вегетаційного періоду сорту Могильовського 2–80 днів, 1000 одиниць фотосинтетичного потенціалу формують 2–3 кг соломи льону, в такому разі фотосинтетичний потенціал дорівнюватиме $1000 \text{ м}^2 \times 31,2 \text{ ц/га} : 2 = 1,56 \text{ млн м}^2/\text{га} : 80 = 19500 \text{ м}^2$, а максимальна площа листової поверхні дорівнює $19500 \text{ м}^2 \times 1,6 = 31200 \text{ м}^2$. При масі одного стебла льону 0,2 г – щільність фітоценозу перед збиранням становитиме $31,6 : 0,2 = 15,8 \text{ млн шт. на 1 га}$. Враховуючи густоту стеблостою перед збиранням, що становить 85 % рослин, розрахункова норма посіву при масі 1000 шт. насіння 4,5 г становить: $15,8 \text{ млн шт./га} : 85\% \times 100\% \times 4,5 = 81,8 \text{ кг/га}$ (табл. 4.26).

Таблиця 4.26

Розрахунки фітометричних показників льону-довгунця

Показники	Урожайність соломи, ц/га	
	31,2	73,6
	у переведенні на волокно	
	6,2	14,7
1. Середня площа листків (λ тис.м ² /га= λ мах:1,6)	19500	45000
2. Максимальна площа листків, (λ мах, тис.м ² /га)	31200	58500
3. Довжина вегетаційного періоду, Т	80	80
4. Фотосинтетичний потенціал (ФП, млн. м ² /га·дн= λ ср.×Т)	1,56	3,6
5. Маса одного стебла (м/г)	0,2	0,3
6. Щільність фітоценозу ($K=U_3:m$, млн шт./га)	15,8	24,5
7. Зберігається стебел до збирання, %	85	85
8. Норма посіву ($N=K \times B$), млн шт./га	18,2	28,1
9. Маса 1000 шт. насіння (м), г	4,5	4,5
10. норма посіву ($N_1=N \cdot m_1$), кг/га	81,8	126,4

Одним із важливих агротехнічних прийомів ресурсозберігаючої технології вирощування льону-довгунця є науково обгрунтована щільність фітоценозу, що забезпечує формування фотосинтетичного потенціалу, який протягом вегетаційного періоду бере активну участь у продукційному процесі.

РОЗДІЛ 5 ВИРОБНИЦТВО ЛЬОНОПРОДУКЦІЇ ПРИ РІЗНИХ РІВНЯХ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1. Радіологічна оцінка ґрунтів Полісся

Відомо, що розвиток землеробства в Україні до 1990 року призвів до збільшення посівних площ, наслідком чого стала надмірна розораність ґрунтів (56,9 % від загальної площі), а це сприяло проявам ерозії, через яку щорічні втрати ґрунту становлять 19 млн тонн [113]. Водна ерозія та дефляція, проявляючись в умовах радіоактивного забруднення, виснажуючи ґрунт, негативно впливають на його родючість, сприяють міграції радіонуклідів. Ерозія та дефляція тісно пов'язані між собою. Часто практично неможливо, особливо на ділянках мезота мікрорельєфу, виділити площі, де проявляється дефляція, а де ерозія. Проте майже всі сільськогосподарські угіддя піддаються водній ерозії або є дефляційно небезпечними.

Ґрунти льоносіяння, серед яких на Житомирщині домінують дерново-підзолисті, чутливі до вітрової ерозії завдяки гранулометричному складу. У Поліській частині 46 % ріллі займають нестійкі щодо дефляції землі. На таких ґрунтах водна ерозія можлива лише в окремі роки, а дефляційні процеси виявляються частіше [89]. На супіщаних ґрунтах процеси вітрової ерозії починаються за швидкості вітру 3–4 м/с, на легкосуглинкових – 4–6 м/с, причому фракції розміром від 0,05 до 0,10 мм (пісок) транспортуються повітряним потоком із швидкістю вітру в межах 3,0–3,5 м/с на висоті 15 см.

Для агроландшафту Полісся Житомирщини характерними є типово еолові форми рельєфу у вигляді горбів, дюн, пасм, увалів, що свідчить про діяльність вітрової ерозії, яка спостерігається в основному у весняно-літній період. Так, наприклад, за результатами обліку пилової бурі за допомогою пиловловлювача Багнольда, що спостерігали в Поліській частині області 14 квітня 1981 року, встановлено, що інтенсивність такого явища – 19,8 т/га за період дефляції 9 годин. Такий досвід дав можливість визначити, що за 20 % повторюваності такого явища середні втрати ґрунту

будуть складати 3 т/га. Разом з цим, слід враховувати втрати ґрунту в результаті місцевої вітрової ерозії, повторюваність якої значно вища [89].

За даними В.І. Ромушкевича, ймовірність пилових буревіїв у Поліссі навесні становить 28,7 %, влітку – 61,4 %, восени – 9,6 % [236].

В Українському Поліссі пилові буревії виникають навесні до 60 %, влітку – до 77 %, восени – до 20 %. При повторюваності раз у два роки кількість днів з пиловими бурями становить: навесні – 0,1–0,4; влітку – 0,1–0,7. Максимальні швидкості вітру під час буревіїв з 50 % забезпеченості становлять: 7,5–11,6 м/с – навесні, 3,9–10,4 м/с – влітку та 9,0–12,4 м/с – восени. Причому для будь-яких рівнів забезпеченості найбільше значення швидкості вітру характерно для місцевостей поблизу Чорнобиля та Коростеня [74].

Ріст і розвиток сільськогосподарських культур з моменту посіву і до збирання врожаю зумовлює різний рівень шорсткості поверхні, що впливає на процес перенесення еолового матеріалу. Порівняно з відкритою поверхнею ґрунту, рослинність та її рештки впливають на потік повітря, що обтікає поверхню, і приводять до зменшення видування за рахунок росту напруги тертя на межі ґрунт – повітря [77, 366].

Існує взаємозв'язок між аеродинамічними параметрами ґрунту та його гранулометричним складом. Відмінності у фіксації ¹³⁷Cs різними фракціями ґрунту зумовлені не лише неоднаковою площею поверхні ґрунтових частинок, а й різним хімічним та мінералогічним складом [13].

На думку деяких вчених [185, 115], в процесі виготовлення трести за традиційною технологією росяного мочіння має місце вторинне її забруднення радіонуклідами, як за рахунок контакту льоносоломи з ґрунтом, так і при перенесенні на неї пилу [115, 185].

Л.В. Перепелятнікова, Б.С. Пристер, Н.П. Архипов та інші звертають увагу на значний вплив на горизонтальну міграцію радіонуклідів поряд з водною ерозією дефляції [80]. На думку В.П. Кухаря, О.М. Ляшенка, О.В. Піскуна та інших одна з основних проблем з проведення робіт щодо обмеження наслідків аварії на ЧАЕС є пилопригнічення. Особливо гостро це завдання

постало при проведенні дезактивації ґрунту у ближній зоні ЧАЕС, що супроводжувалося виникненням буревіїв [203].

Рекомендовано оцінювати радіологічну небезпеку радіонуклідів з врахуванням їх міграційних властивостей при вітровому перенесенні [76]. Можлива небезпека вторинного забруднення у зв'язку з підняттям і вітровим перенесенням пилу за сільськогосподарської діяльності [91].

У процесі технологічних операцій вирощування сільськогосподарських культур (сівба, догляд, збирання тощо) за період виготовлення трести відбувається перенос ґрунтового матеріалу (повсякденна дефляція), який містить ^{137}Cs . Тому існує можливість поверхневого забруднення льонопродукції.

Доцільним, на нашу думку є виявлення проявів дефляції та їх радіологічна оцінка на ґрунтах регіону льоносіяння. Тому насамперед, необхідно визначитися з моделюванням дефляції.

Виявлення дефляції ґрунтів для кількісної оцінки переносу ґрунтового матеріалу дало можливість розробити цілу низку моделей, які відрізняються за своїм використанням і розподіляються на декілька груп.

1. Моделі якісної оцінки очікуваної інтенсивності дефляції

Такі моделі базуються на показниках зв'язності ґрунтових агрегатів щодо зовнішнього навантаження. Прикладом може бути модель Є.І. Шиятого, в якій зв'язність визначається за вмістом у ґрунті мулу, піску та гравію [367].

2. Моделі непрогнозованої дефляції

До цієї групи відносяться моделі інтенсивності ерозійного процесу, в яких порівнюються втрати гумусу і шару ґрунту внаслідок дефляції. У зазначеній групі моделей інтенсивність ерозійного процесу рекомендується оцінювати за зміною потужності гумусового шару [52, 82].

3. Моделі інтенсивності вітрового переносу, параметри якого виміряні безпосередньо під час дефляції

Наприклад, модель Є.І. Шиятого, в якій інтенсивність дефляції розраховують залежно від таких показників: середня вага ґрунтового пилу, затриманого пиловловлювачем під час пилової бурі; ширина та площа поля; ширина щілини для приймання пилу пиловловлювача [232].

4. Моделі дефляції, що базуються на математично-статистичних залежностях факторів дефляції

Це численна група моделей, побудованих за даними виявлення дефляції в аеродинамічній трубці за різноманітних режимів і за різних параметрів ґрунту і пожнивних решток на його поверхні. Наприклад, модель [75] (розроблена в Україні), в якій втрати ґрунту оцінюються за його невіривняністю, та модель, що розроблена М.Й. Долгілевичем, в якій еродованість розраховується за кількістю і еквівалентним діаметром еолового матеріалу верхнього шару ґрунту [137]. До цієї групи належить також модель, що розроблена в США та удосконалена іншими дослідниками, в якій річні втрати ґрунту від вітрової ерозії є функцією шорсткості поверхні ґрунту, кліматичного фактора вітрової ерозії та інших показників [177, 394]. Подібно до того в Беларусі В.І. Бельєовський, Ю.І. Кришталь пов'язали індекс вітрової ерозії з кліматичними факторами – запасами вологи в півметровому шарі ґрунту, кількістю опадів та сумарним випаровуванням вологи з поверхні ґрунту [53].

Кроком вперед виявилось створення моделі, в якій були поєднані деякі кліматичні та ґрунтові фактори і показники рослинних решток [367]. У такій моделі, розробленій для умов України, річні втрати ґрунту визначаються за комплексом ґрунтово-кліматичних показників і базуються на вимірах в аеродинамічній трубці [270].

5. Моделі дефляції, що базуються на результатах досліджень фізичної природи ґрунтової аеродинаміки та кліматичних факторів дефляції

У результаті досліджень Ю.І. Васильєва, М.Й. Долгілевича, І.Г. Зикова запропонована математична модель визначення річних втрат ґрунту від дефляції [1, 70, 137–139]. Так, в моделі Ю.І. Васильєва, М.Й. Долгілевича визначення втрат ґрунту від видування за рік рекомендується проводити розрахунком модуля дефляції в діапазоні швидкості від критичної до максимальної і множенням його на тривалість пилових буревіїв за даними метеостанцій, що розташовані у цій місцевості [70].

Розрахувавши річні втрати ґрунту за моделями [4] та [5] при однакових вихідних значеннях для однакових ґрунтів, отримаємо результати за моделлю [4] – 939,6 т/га на рік, а за моделлю [5] – 33,3 т/га на рік. Результат, що отриманий за моделлю [4], у 28 разів перевищує результат моделі [5]. При щорічній дефляції у 939,6 т/га за сторічний період був би втрачений десяти-сантиметровий шар родючого ґрунту.

Також існує модель переносу радіонуклідів при дефляції, яка не враховує генетичний тип ґрунтів та їх структуру [268].

Тому, на нашу думку, для розрахунку дефляції ґрунтів, на яких вирощується льон-довгунець, за базову доцільно взяти модель Ю.І. Васильєва, М.Й. Долгілевича [138], визначивши за нею кількість радіоактивного пилу, що осяде на льонотресту при мацерації. Як уже зазначалося вище, таке завдання є досить актуальним [115, 203, 185], особливо враховуючи те, що розстил льону проходить у ранні строки (перша декада серпня), коли більшість сільгоспугідь, внаслідок збирання врожаю, залишається вільною від рослинності, тому і створюється дефляційна небезпека.

Огляд наукової інформації з питання вторинного радіоактивного забруднення льонопродукції дозволяє зробити висновок, що ріст питомої цезієвої активності стеблостою й трести льону-довгунця можливий внаслідок вітрової ерозії як в процесі вирощування, так і під час біологічної мацерації. Існує також можливість радіоактивного забруднення трести льону за рахунок контакту льоносоломи з ґрунтом [68, 115,]. Для радіологічної оцінки дефляції ґрунтових відмін, на якому традиційно вирощується льон-довгунець, нами, згідно з багаторічними даними Укрґідромету, розраховані ймовірнісні характеристики вітрового режиму.

Характеристики вітру різної забезпеченості льоносіючих районів Полісся зображені на рис. 5.1–5.3.

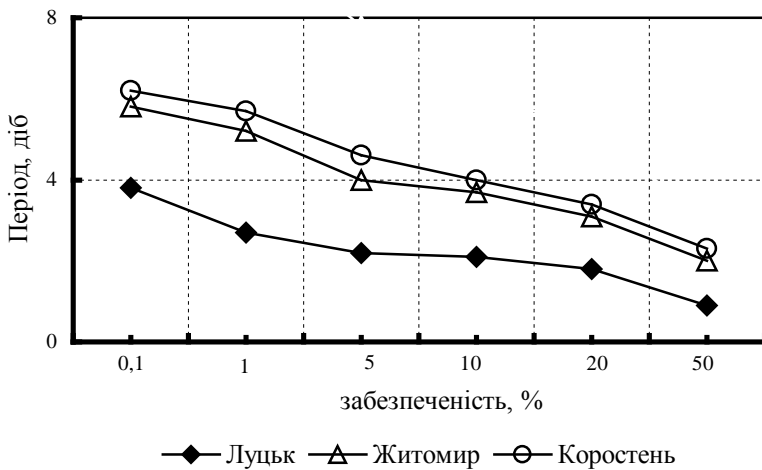


Рис. 5.1. Кількість днів з пиловими буревіями

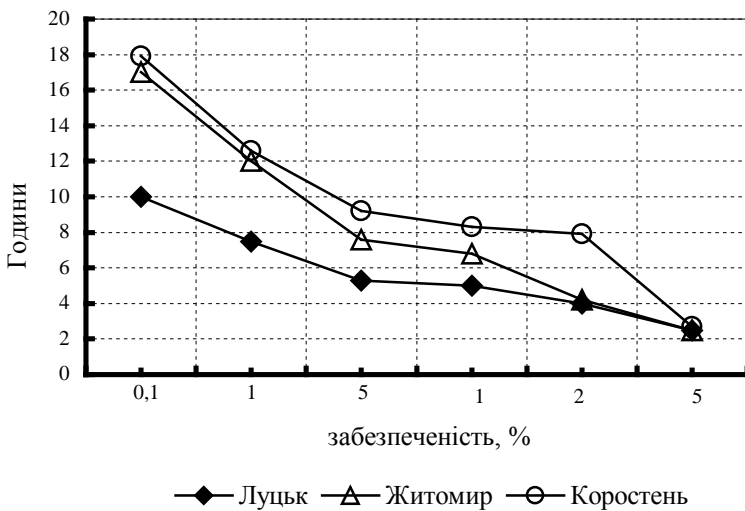


Рис. 5.2. Тривалість пилових буревіїв

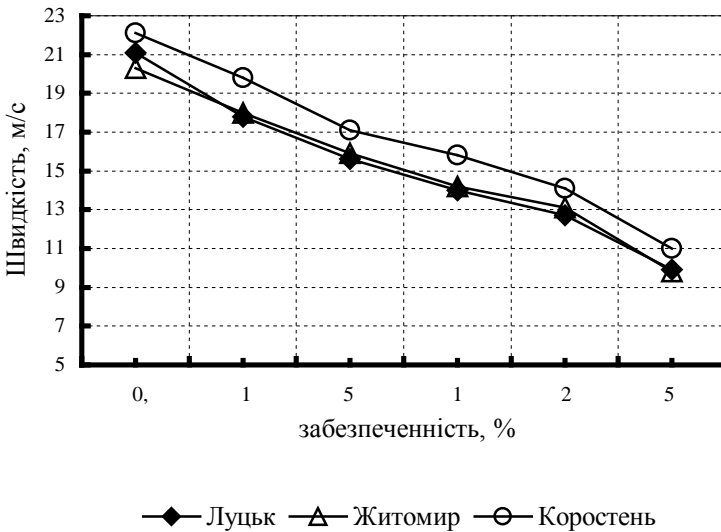


Рис. 5.3. Максимальні швидкості вітру під час пилових буревіїв

Частота пилових буревіїв свідчить про відносно низьку їх повторюваність. Для зазначеної частини Полісся кількість днів з пиловими бурями при 20 % забезпеченості (повторюваність 1 раз на 5 років) становить від 1,8 до 3,9 % (рис.5.1), а їх тривалість – 4,0–8,0 години (рис.5.2). Під час пилових буревіїв максимальні швидкості вітру при 1 % забезпеченості становили 18,4–20,1 м/с, при 20 % – 12,9–14,1 м/с, при 50% – 9,5–11,0. Практично для всіх ґрунтів Полісся такі швидкості вітру значно перевищують критичні показники.

Дефляційні процеси відбуваються за рахунок дії вітрів на ґрунти з різною вологістю. Низька вологість верхнього шару, яка частіше спостерігається у кінці весни, влітку та восени, зумовлює переміщення еолового матеріалу саме в ці періоди року. Це підтверджується розподілом пилових буревіїв за порами року в узагальнених багаторічних даних метеостанцій по районах льоносіяння (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

**Кількість днів з пиловими буревіями
(відсоток від суми за рік)**

За даними метеостанції	Місяці											
	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень
Луцьк	–	–	–	22	20	20	16	2	10	10	–	–
Житомир	–	–	–	–	14	41	22	14	9	–	–	–
Коростень	–	–	4	26	29	11	11	–	15	4	–	–

Згідно з даними табл. 5.1, розподіл середньої кількості днів з пиловими бурями такий, що вони, в основному виникають у теплу пору року. Так, навесні виникає 4–29 % пилових буревіїв, влітку – 2–41 % та восени – 4–15 %. Рання жовта стиглість і строки збирання льону-довгунця припадають на кінець липня – першу декаду серпня, в цей період існує певна небезпека переміщення еолового матеріалу та випадання його на льон-довгунець впродовж періоду мацерації.

5.2. Ріст і розвиток льону-довгунця та нещільнокущових злакових трав у радіоактивно забрудненій зоні

Для льону-довгунця формування густоти є необхідною умовою отримання тонкостебельного, вирівняного за довжиною стеблостою, придатного до рівномірного вилежування і, як наслідок, отримання високоякісного волокна.

Нашими дослідженнями встановлено, що сумісний посів льону з травами мав позитивний вплив на формування густоти стеблостою льону-довгунця в умовах зони посиленого радіоекологічного контролю (табл. 5.7).

Таблиця 5.7

**Вплив сумісного посіву на формування густоти стеблостою
льону-довгунця, середнє за 2003–2005 рр.**

Варіант посіву	Стеблостій льону-довгунця				
	кількість сходів, шт./м ²	польова схожість, %	густина стеблостою перед збиранням, шт./м ²	відмирання рослин	
				шт./м ²	%
Льон-довгунець (контроль)	1615,0 ± 14,73	64,6 ± 1,07	1474,5 ± 38,83	140,5	8,7
Льон-довгунець + пажитниця багаторічна	1672,5 ± 24,17	66,9 ± 1,25	1582,2 ± 27,70	90,3	5,4
Льон-довгунець + костриця лучна	1640,0 ± 24,01	65,6 ± 1,13	1520,2 ± 21,75	119,8	7,3

З даних табл. 5.7 виходить, що за умов сумісного посіву льону з травами спостерігається підвищення польової схожості насіння льону на 2,3–1,0 %. Відмирання рослин зменшується у варіанті із застосуванням пажитниці багаторічної на 3,3 %, у варіанті з кострицею лучною – на 1,4 %, порівняно з контролем. Внаслідок чого густина стеблостою перед збиранням льону збільшується на 45–107 тис. шт./га.

Застосування сумісного посіву льону з травами призводить до незначного зниження висоти рослин (табл. 5.8).

Таблиця 5.8

Вплив підсіву злакових трав на загальну висоту стеблостою льону-довгунця, середнє за 2003–2005 рр.

Варіант посіву	Фази росту і розвитку льону-довгунця							
	“ялінка”		бутонізація		цвітіння		рання жовта стиглість	
	см	%	см	%	см	%	см	%
Льон-довгунець (контроль)	8,7	100,0	46,3	100,0	66,1	100,0	74,6	100,0
Льон-довгунець + пажитниця багаторічна	8,7	100,0	45,8	98,9	65,1	98,5	73,4	98,4
Льон-довгунець + костриця лучна	8,7	100,0	46,1	99,6	65,5	99,1	74,0	99,2
НІР ₀₅							1,7	

З даних табл. 5.8 видно, що застосування сумісного посіву льону-довгунця з травами призвело до деякого зменшення загальної висоти рослин. Проте така тенденція не підтвердилася результатами статистичної обробки.

Морфологічні особливості льону-довгунця від сумісного посіву зі злаковими травами не погіршилися (табл. 5.9).

Таблиця 5.9.

Вплив сумісного посіву на морфологічні показники рослин льону-довгунця, середнє за 2003–2005 рр.

Варіант посіву	Діаметр стебел, см	Кількість коробочок на рослині, шт.	Кількість насіння, шт.	
			в одній коробочці	на одній рослині
Льон-довгунець (контроль)	1,41	2,3 ± 0,10	7,6 ± 0,20	17,5 ± 1,24
Льон-довгунець + пажитниця багаторічна	1,32	2,1 ± 0,12	8,1 ± 0,15	17,0 ± 1,06
Льон-довгунець + костриця лучна	1,31	2,3 ± 0,15	7,6 ± 0,17	17,9 ± 1,18

Як видно з даних табл. 5.9, у варіантах дослідів з сумісним посівом дещо зменшився діаметр стебел, кількість коробочок на одну рослину практично не змінилася, але відмічена тенденція до збільшення кількості насінин в одній рослині за підсіву костриці лучної.

У результаті обрахувань і спостережень встановлено, що застосування сумісного посіву льону-довгунця і злакових трав дозволяє підвищити стійкість рослин до вилягання (табл. 5.10). Показник стійкості до вилягання є важливим, особливо із застосуванням комбайнової технології збирання.

На нашу думку, підвищення стійкості льону до вилягання досягається оптимізацією азотного живлення у сумісних посівах за рахунок використання надлишкового азоту травами, а також стеблостій трав є підтримкою стійкості льону до вилягання.

Таблиця 5.10

Стійкість льону-довгунця до вилягання

Варіант посіву	Виягання льону, бал			
	2003 р.	2004 р.	2005 р.	середнє, за 3 роки
Контроль (льон-довгунець)	4,0	4,2	4,1	4,1 ± 0,06
Льон + пажитниця багаторічна	4,6	4,8	4,3	4,6 ± 0,15
Льон + костриця лучна	4,1	4,7	4,4	4,4 ± 0,17

У сумісних посівах льону-довгунця з нещільнокущовими злаковими травами (в середньому за 2003–2005 рр.) сходи трав з'являлися на 1,5–2,0 тижні пізніше сходів льону. Найбільш повільний ріст трав спостерігався у фазі “ялинка” льону-довгунця, проте їх подальший розвиток був значно інтенсивнішим. Початок фази кушення пажитниці багаторічної та костриці лучної відбувався в період швидкого росту льону-довгунця. У фазі ранньої жовтої стиглості льону кількість листків пажитниці багаторічної і костриці лучної становила 7–8 шт. Слід зазначити, що трави до фази ранньої жовтої стиглості льону-довгунця мали невелику площу листової поверхні, тому що їх листки були розташовані майже вертикально і мали видовжену форму, а тому не створювалося затінення для бур'янів (табл. 5.11).

Таблиця 5.11

Ріст і розвиток льону-довгунця та злакових трав, середнє за 2003–2005 рр.

Культура	Фази росту і розвитку					
Льон-довгунець	сходи	“ялинка”	період швидкого росту	бутонізація	цвітіння	рання жовта стиглість
Пажитниця багаторічна	–	сходи	кушення, 5–6 листків	кушення, 6 листків	кушення, 6–7 листків	кушення, 7–8 листків
Костриця лучна	–	сходи	кушення, 4–5 листків	кушення, 5 листків	кушення, 5–6 листків	кушення, 6–8 листків

Як відзначалося раніше, стан стелища істотно впливає на процес виготовлення трести льону-довгунця. Формування трав'яного покриву показано в табл. 5.12.

Таблиця 5.12

**Динаміка формування трав'яного покриву,
середнє за 2003–2005 рр.**

Культура	Стан трав'яного покриву за фазами росту і розвитку льону-довгунця					
	швидкій ріст			рання жовта стиглість		
	густота травостою, шт./м ²	маса травостою, г/м ²	індекс листяної поверхні	густота травостою, шт./м ²	маса травостою, г/м ²	індекс листяної поверхні
Пажитниця багаторічна	289,0± 6,66	128,3± 5,32	0,270± 0,03	358,8± 19,29	436,3± 6,98	1,541± 0,02
Костриця лучна	251,0± 6,81	98,4± 6,59	0,152± 0	321,2± 14,62	495,6± 12,07	1,633± 0,02

З даних табл. 5.12, видно, що у фазі ранньої жовтої стиглості льону-довгунця трави формували достатньо щільний покрив, що в подальшому позитивно впливало на виготовлення льонотрести. Проте щільність і площа листової поверхні трав були невисокими, що, на нашу думку, пояснюється певними погодними умовами в роки проведення досліджень та затіненням їх рослинами льону-довгунця.

Нарівні зі станом трав'яного покриття важливою характеристикою стелища є кількість та видовий склад бур'янів, окремі види яких не видаляються при виготовленні трести, потрапляють у льоноволокно, знижуючи його якість.

У варіантах сумісного посіву в умовах досить щільного фітоценозу створюється затінення поверхні ґрунту, що обмежує загальний ріст і розвиток бур'янів; проростають в основному пізні ярі однорічні такі, як куряче просо, мишій сизий та ін. Результати впливу підсіву трав на кількість бур'янів наведені в табл. 5.13.

Таблиця 5.13

Забур'яненість стеблостою льону-довгунця залежно від підсіву трав, середнє за 2003–2005 рр.

Варіанти посіву	Забур'яненість перед збиранням льону, шт./м ²							
	склад бур'янів						всього	
	дводольні		злакові					
			всього		в тому числі пирій повзучий			
шт./м ²	% до контролю	шт./м ²	% до контролю	шт./м ²	% до контролю	шт./м ²	% до контролю	
Льон-довгунець (контроль)	14,1±0,17	100	40,6 ± 0,25	100	6,2±0,46	100	54,7±0,42	100
Льон-довгунець + пажитниця багаторічна	12,6±0,28	89,4	22,9 ± 0,42	56,4	3,8±0,25	61,3	35,5±0,56	64,9
Льон-довгунець + костриця лучна	12,4±0,36	87,9	22,0±0,10	54,2	4,6±0,34	74,2	34,4±0,26	62,9

У середньому за 3 роки проведення дослідів найбільша забур'яненість спостерігалася на чистому посіві льону, а у

варіантах сумісного посіву льону-довгунця з пажитницею багаторічною і кострицею лучною загальна забур'яненість посіву знизилась на 35,1–37,1 %.

Відомо, що багаторічні злакові бур'яни виносять з ґрунту у 2–3 рази більше поживних речовин, ніж льон-довгунець і мають високий коефіцієнт водоспоживання. У сумісних посівах насіння льону і злакових трав кількість бур'янів (пирій повзучий) знизилась на 28,7–25,8 % порівняно з чистою культурою. Ущільнення посівів льону злаковими травами призвело до зменшення кількості дводольних бур'янів на 20,6–22,1 %.

Решта видового складу бур'янів були пригніченими та недорозвинутими як за рахунок ущільнення посіву льону, так і внаслідок використання гербіцидів що, в свою чергу, впливало на їх масу (табл. 5.14).

Таблиця 5.14

Забур'яненість льону-довгунця залежно від підсіву злакових трав, середнє за 2003–2005 рр.

Варіант посіву	Забур'яненість стеблостою перед збиранням льону							
	склад бур'янів						всього	
	дводольні		злакові					
			всього		у тому числі пирій повзучий			
г/м ²	% до контролю	г/м ²	% до контролю	г/м ²	% до контролю	г/м ²	% до контролю	
Льон-довгунець (контроль)	7,9±0,21	100	20,4±0,78	100	4,2±0,26	100	28,3±0,98	100
Льон-довгунець + пажитниця багаторічна	5,4±0,23	68,4	11,3±0,46	55,4	1,7±0,15	41,2	16,7±0,69	59,0
Льон-довгунець + костриця лучна	4,9±0,15	62,0	11,3±0,26	55,4	2,2±0,15	51,3	16,2±0,42	57,2

Маса бур'янів перед збиранням льону-довгунця знизилася порівняно з чистим посівом на 41,0–42,8 %. За рахунок щільності стеблостою льону і пажитниці багаторічної забур'яненість піриєм повзучим скоротилася на 58,8 %.

Зниження вагової та кількісної засміченості стеблостою льону-довгунця за рахунок його сумісного посіву з нещільно-кущовими злаковими травами дозволило дещо знизити забур'яненість стрічок льоносоломи (табл. 5.15).

Таблиця 5.15

Забур'яненість стрічок льону-довгунця залежно від підсіву злакових трав, середнє за 2003–2005 рр.

Варіант посіву	Забур'яненість льоносоломи							
	склад бур'янів						всього	
	дводольні		злакові					
			всього		у тому числі пірий повзучий			
%	± до контролю	%	± до контролю	%	± до контролю	%	± до контролю	
Льон-довгунець (контроль)	4,3	–	14,8	–	2,2	–	19,1	–
Льон-довгунець + пажитниця багаторічна	2,9	-1,4	7,8	-7,0	1,5	-0,7	10,7	-8,4
Льон-довгунець + костриця лучна	2,7	-1,6	7,5	-7,3	1,3	-0,9	10,2	-8,9

Як видно з даних табл. 5.15, у стрічках льоносоломи загальна забур'яненість знизилася, насамперед, за рахунок злакових бур'янів.

Максимальне зниження – на 8,9 % до контролю – встановлено при підсвіві під льон костриці лучної, подібним до цього був вплив сумісного посіву льону-довгунця з пажитницею багаторічною.

За рахунок підсіву злакових трав отримана льоносировина всього на 0,7–0,2 % перевищувала межі забур'яненості, встановлені нормативними документами (10 %).

Метою наших досліджень було виявлення умов, що створюються на стелищі при сумісному посіві льону-довгунця і

злакових трав, та встановлення якості стелища перед збиранням льоносоломи. Пажитниця багаторічна й костриця лучна, що висівалися одночасно з льоном-довгунцем, сформували травостій у 358,8–321,2 рослини на квадратний метр, вага якого була в межах 436,3–495,6 г/м² при висоті 11–15 см. Дані обліків про стан льонища перед збиранням наводяться у табл. 5.16.

Таблиця 5.16

Кількість і маса травостою у фазі ранньої жовтої стиглості льону-довгунця, середнє за 2003–2005 рр.

Варіант посіву	Густота травостою				Висота травостою, см
	кількість рослин		маса травостою		
	шт./м ²	збільшення до контролю, разів	г/м ²	збільшення до контролю, разів	
Льон-довгунець (контроль)	54,7± 3,34	–	28,3± 0,72	–	16–27
Льон-довгунець + пажитниця багаторічна	358,8± 19,29	6,6	436,3± 6,98	15,4	11–14
Льон-довгунець + костриця лучна	321,2± 14,62	5,9	495,6± 12,07	17,5	12–15

Після збирання льону-довгунця сформована стрічка стебел була ізольованою від поверхні ґрунту на висоті 6–9 см, а тому трави не потрапляли у зажимний пристрій льонокомбайну при збиранні.

Таким чином, застосування сумісного посіву льону-довгунця та нещільнокущових злакових трав можна розглядати як біологічний метод боротьби з бур'янами, а також як засіб, що дозволяє оптимізувати умови подальшого виготовлення трести. Негативний вплив трав на ріст і розвиток льону-довгунця, нами не спостерігався.

5.3. Урожай та технологічні показники якості льону-довгунця у сумісних посівах

У сумісних посівах не спостерігався негативний вплив злакових трав на формування насіння льону-довгунця.

Результати щорічного обліку урожаю насіння льону-довгунця наведені у табл. 5.17.

Таблиця 5.17

Вплив ущільнення посіву злаковими травами на урожай і якість насіння льону-довгунця, середнє за 2003-2005 рр.

Варіант посіву	Урожай насіння		Маса 1000 насінин	
	ц/га	% до контролю	г	% до контролю
Льон-довгунець (контроль)	4,3	100,0	4,31	100,0
Льон-довгунець + пажитниця багаторічна	4,4	109,3	4,35	102,2
Льон-довгунець + костриця лучна	4,8	111,6	4,79	111,1
НІР ₀₅	0,2	–	0,4	–

З даних табл. 5.17 видно, що маса 1000 насінин дещо змінилася при сумісному посіві льону-довгунця з травами родини Poaceae. Так, у варіанті досліду з підсівом костриці лучної цей показник був найбільшим – приріст становив 11,1% відносно контролю, що пов'язано з деяким зменшенням загальної висоти рослин льону при підсіві трав. Враховуючи це та деяке збільшення густоти стеблостою льоносолами у варіантах досліду з підсівом злакових трав, можна пояснити збільшення урожайності насіння льону-довгунця. Мав позитивний вплив на урожай насіння і показник стійкості стеблостою льону-довгунця до вилягання. За таких умов, застосування сумісного посіву льону-довгунця з кострицею лучною, в середньому за три роки, забезпечило істотний приріст урожаю насіння.

Урожайність соломи льону-довгунця залежно від щільності фітоценозу показана у табл. 5.18.

Таблиця 5.18

Урожайність льonosоломи залежно від сумісного посіву льону-довгунця і злакових трав

Варіант посіву	2003		2004		2005		середнє за три роки	
	т/га	+/- до конт-ролю	т/га	+/- до конт-ролю	т/га	+/- до конт-ролю	т/га	+/- до конт-ролю
Льон-довгунець (контроль)	3,14	–	3,94	–	3,65	–	3,58	–
Льон-довгунець + пажитниця багаторічна	3,12	-0,02	4,16	+0,22	3,67	+0,02	3,65	+0,07
Льон-довгунець + костриця лучна	3,09	-0,05	4,14	+0,20	3,58	-0,09	3,60	+0,02
НІР ₀₅	0,13		0,38		0,18		0,16	

Найвища врожайність льоносоломи визначена у 2004 році у варіанті з підсівом пажитниці багаторічної при прирості до контролю 0,22 т/га. У погодних умовах 2005 році у цьому варіанті спостерігали зменшення урожайності соломи на 0,09 т/га, що є не суттєвим, так як НР₀₅ становить 0,18 т/га. Несприятливі абіотичні фактори, низький гідротермічний коефіцієнт у погодних умовах 2003 році призвели до отримання найменшого врожаю за роки проведення досліджень.

Результати узагальнення дисперсійного аналізу за методикою Б.О. Доспехова доводять, що сумісний посів не впливав на урожай льоносоломи, тому що між варіантами досліду відсутні суттєві відмінності.

Технологічні показники якості льонопродукції вираховуються на основі морфологічних показників стеблостою. На думку більшості дослідників льонарства, одним зі способів підвищення якості соломи є сумісний посів, який сприяє формуванню тонкостебельного стеблостою та прискорює накопичення сухих речовин, підвищує вміст лубу.

Основні властивості лубу – міцність і гнучкість – визначаються внутрішньою структурою рослин.

Результати впливу сумісного посіву льону-довгунця та нещільнокущових злакових трав на якість льоносоломи наведені в табл. 5.19.

З даних табл. 5.19. видно, що на якість льоносоломи впливали абіотичні фактори. Так, в оптимальних погодних умовах 2004 року були наступні прирости: технічної довжини – 13,4–6,9 см, вмісту лубу – 2,5–0,5 %, відповідно якість соломи була на 1–2 сортомери вищою порівняно з контролем.

У середньому за 3 роки встановлено, що у варіантах досліду з підсівом трав підвищився вміст лубу в льоносоломі на 0,7–1,7 %, покращилась міцність. Якість льоносоломи зросла на 0,25–0,50 сортомери.

Таблиця 5.19

Вплив сумісного посіву на якість соломи льону-довгунця

Показники	2003 р.	2004 р.	2005 р.	Середнє за три роки
1	2	3	4	5
Контроль (чистий посів льону-довгунця)				
Загальна довжина стебел, см	68,2	81,5	74,1	74,6
Технічна довжина стебел, см	62,8	77,2	70,3	70,1
Діаметр стебел, мм	1,63	1,29	1,32	1,41
Вміст лубу, %	29,3	31,8	31,3	30,8
Міцність, даН	13,6	14,9	14,2	15,2
Колір, бал	II	II	II	II
Загальний бал	89	111	99	100
Номер соломи	1,00	1,50	1,25	1,25
Льон-довгунець+ пажитниця багаторічна				
Загальна довжина стебел, см	67,7	79,4	73,2	73,4
Технічна довжина стебел, см	61,7	76,2	69,4	69,1
Діаметр стебел, мм	1,39	1,27	1,29	1,32
Вміст лубу, %	29,8	33,1	31,6	31,5
Міцність, даН	14,5	17,9	15,6	16,0
Колір, бал	II	II	II	II
Загальний бал	99	118	109	109
Номер соломи	1,25	1,75	1,50	1,50
Льон-довгунець + костриця лучна				
Загальна довжина стебел, см	68,1	80,3	73,6	74,0
Технічна довжина стебел, см	61,9	76,6	70,8	69,6
Діаметр стебел, мм	1,31	1,25	1,28	1,28
Вміст лубу, %	31,1	33,7	32,8	32,5
Міцність, даН	14,6	18,2	15,4	16,1
Колір, бал	II	II	II	II
Загальний бал	110	124	119	118
Номер соломи	1,50	2,00	1,75	1,75

5.4. Радіоактивність льонопродукції

Відомо, що радіоактивне забруднення сільськогосподарських рослин в значній мірі визначається їх біологічними властивостями, ґрунтовими та погодними умовами періоду вегетації.

Необхідно також зазначити, що льон – одна із небагатьох сільськогосподарських культур, яка характеризується низькими коефіцієнтами переходу радіоцезію. Результати проведених нами досліджень з визначення питомої активності льону-довгунця за цезієм-137 в умовах різної щільності радіоактивного забруднення ґрунтів представлені в табл. 5.20–5.21.

Таблиця 5.20

Нагромадження ^{137}Cs рослинами льону-довгунця в зоні посиленого радіоекологічного контролю, середнє за 2003–2005 рр.

Варіант дослідю	Щільність забруднення ґрунту, кБк/м ²	Питома активність рослин, Бк/кг		Коефіцієнт переходу, 10 ³ × кг/м ²	
		середня за вегетацію	за період маєрації	фаза сходів	період маєрації
Чистий посів льону без обертання стрічок	35 – 38	>4	>6	0,11	0,14
Чистий посів льону з обертанням стрічок				0,11	0,14
Льон + пажитниця без обертання стрічок				0,08	0,11
Льон + пажитниця з обертанням стрічок				0,06	0,11
Льон + костриця без обертання стрічок				0,08	0,11
Льон + костриця з обертанням стрічок				0,08	0,08

Таблиця 5.21

**Нагромадження ^{137}Cs рослинами льону-довгунця в зоні
гарантованого добровільного відселення,
середнє за 2003–2005 рр.**

Варіант дослідю	Щільність забруднення ґрунту, кБк/м ²	Питома активність рослин, Бк/кг		Коефіцієнт переходу, $10^3 \times \text{кг/м}^2$	
		середня за вегетацію	за період маєрації	фаза сходів	період маєрації
Чистий посів льону без обертання стрічок	186 – 195	>12	25	0,06	0,13
Чистий посів льону з обертанням стрічок			19	0,06	0,10
Льон + пажитниця без обертання стрічок		>13	21	0,07	0,11
Льон + пажитниця з обертанням стрічок			17	0,07	0,09
Льон + костриця без обертання стрічок		>12	18	0,06	0,10
Льон + костриця з обертанням стрічок			15	0,06	0,08

З даних таблиць 5.20-5.21 видно, що навіть в умовах радіоактивного забруднення сільськогосподарських угідь в межах 186–195 кБк/м² незалежно від щільності фітоценозу питома активність рослин льону-довгунця і коефіцієнти переходу ^{137}Cs досить низькі впродовж вегетаційного періоду. Проте після збирання льону, в процесі росяного мочіння, відбувається вторинне радіоактивне забруднення соломи у зв'язку з тим, що вона розстеляється для вилежування на ґрунті льонища, вільному від рослинного покриву. Особливо негативно такі умови впливають на забруднення ^{137}Cs льонопродукції, при росяному мочінні на льонищі без трав'яного покриву в роки надмірного зволоження.

При вилежуванні льоносоломи на трав'яному покриві, утвореному внаслідок сумісного посіву льону-довгунця і неділь-

нокущових злакових трав, усувався контакт льоносоломи з ґрунтом, завдяки чому знижувалася її питома активність за ^{137}Cs , порівняно з вилежуванням на “голому” ґрунті (табл.5.22).

Таблиця 5.22

Питома активність ^{137}Cs у льонотресті залежно від способів її виготовлення, середнє за 2003–2005 рр.

Варіант вилежування льоносоломи	Питома активність льонотресті при різній щільності радіоактивного забруднення ґрунтів				Коефіцієнт переходу при різній щільності радіоактивного забруднення ґрунтів			
	1*		2**		1		2	
	Бк/кг	% до конт-ролю	Бк/кг	% до конт-ролю	$10^3 \times$ кг/м ²	% до конт-ролю	$10^3 \times$ кг/м ²	% до конт-ролю
Льонище без трав і обертання соломи (контроль)	6	100	25	100	0,14	100	0,13	100
Льонище без трав з обертанням соломи	6	100	19	76	0,14	100	0,10	77
Льонище з пажитницею багаторічною без обертання соломи	4	75	21	80	0,11	79	0,10	77
Льонище з пажитницею багаторічною з обертанням соломи	4	75	17	72	0,11	79	0,09	69
Льонище з кострицею лучною без обертання соломи	4	75	18	72	0,11	79	0,10	77
Льонище з кострицею лучною з обертанням соломи	3	50	15	72	0,08	79	0,09	69

Примітка: * – щільність забруднення ґрунту 36–38, кБк/м²;

** – щільність забруднення ґрунту 186–195, кБк/м².

З даних табл. 5.22 видно, що при різній щільності радіоактивного забруднення ґрунтів сумісний посів та обертання стрічки соломи льону в середині процесу вилежування дозволили зменшити питому активність ^{137}Cs у льонотресті на 28–50%, коефіцієнти переходу зменшилися на 20–31 %. Найбільше зменшилася

питома активність зазначеного радіонукліду в льонотресті у варіантах досліду з кострицею лучною при обертанні.

Таким чином, більшість ^{137}Cs (дані наших дослідів), накопичувалася льоном-довгунцем у період мацерації, причому питома цезієва активність волокна і костриці незначно змінилася за зростання щільності радіоактивного забруднення ґрунту ^{137}Cs від 36–38 до 186–195 кБк/м². Проте, в таких умовах на Ємільчинському льонозаводі, спостерігається підвищення питомої активності радіоцезію у відходах переробки трести, а саме – в пилоподібних домішках, що відкладалися в робочій зоні м'яльно-тіпального агрегату (табл. 5.23).

Таблиця 5.23

Питома активність продукції переробки льону-довгунця ^{137}Cs на Ємільчинському льонозаводі, Бк/кг (середнє за 2003–2005 рр.)

Варіант вилежування льоносоломи	Щільність забруднення ґрунтів							
	1*				2*			
	треста	волокно	костриця	пилоподібні домішки	треста	волокно	костриця	пилоподібні домішки
Без трав і обертання соломи (контроль)	>6	>3	>5	48	25	>8	27	132
Без трав з обертанням соломи				51	19		24	128
На пажитниці багаторічній без обертання соломи				52	21		23	134
На пажитниці багаторічній з обертанням соломи				48	17		21	135
На костриці лучній без обертання соломи				47	18		24	133
На костриці лучній з обертанням соломи				55	15		23	134

Примітка: * – щільність забруднення ґрунту 36–38, кБк/м²;

** – щільність забруднення ґрунту 186–195, кБк/м².

З даних таблиці 5.23 видно, що в середньому за 3 роки досліджень, питома активність ^{137}Cs в льонотресті була незначною, навіть в умовах щільності забруднення ґрунтів в межах 186–195 кБк/м². Проте, питома активність ^{137}Cs у відходах (пилоподібних домішках) була значно вищою, порівняно з іншою льонопродукцією і наближалася до питомої активності радіоцезію у ґрунті.

Застосування сумісного посіву льону-довгунця та недільнокущових злакових трав і наступного обертання стрічки дозволили зменшити вміст радіоактивного цезію у льонотресті, що виготовлялася в зоні гарантованого добровільного відселення, та абсолютну радіоактивність відходів виробництва на Ємільчинському льонозаводі за рахунок зменшення їх маси (табл. 5.24).

Як видно з даних таблиці 5.24, за рахунок зменшення вагової засміченості домішками відбувалося зниження питомої активності ^{137}Cs у льонотресті.

Так, у варіанті досліді з сумісним посівом льону-довгунця і костриці лучної з наступним застосуванням обертання стрічки льону абсолютна величина цезієвої активності ґрунту (а саме – ґрунтових домішок у льонотресті), що розподіляється на 1 га при мацерації, знизилася і становила 15,0 кБк. За таких умов, з льонотрестю на переробні підприємства завозилося з площі 1 га ^{137}Cs при абсолютній радіоактивності в 4,11 раза менше.

Відповідно до вимог НРБУ-97 та НРБУ-97/2000 для персоналу категорії В встановлено, що допустиме надходження ($\text{ALI}_B^{\text{ingal}}$) радіонукліда ^{137}Cs через органи дихання становить до 2000 Бк за рік, допустима концентрація цього ж радіонукліда ($\text{PC}_B^{\text{ingal}}$) у повітрі робочої зони – $8 \cdot 10^{-1}$ Бк/м³. Нині у виробничих умовах ці показники не перевищуються, проте штучне створення зеленого покриву льонища і наступне обертання трести можна розглядати як шляхи зменшення надходження радіонуклідів через органи дихання завдяки зниженню засміченості її ґрунтовими домішками.

Таблиця 5.24

Маса пилоподібних домішок в льонотресті і вміст в них ^{137}Cs при щільності радіоактивного забруднення ґрунту 184–195 кБк/м² (середнє за 2004–2005 рр.)

Показник	Варіант вилежування					
	на льонищі без обертання стрічок (контроль)	на льонищі з обертанням стрічок	на льонищі з пажитницею без обертання стрічок	на льонищі з пажитницею з обертанням стрічок	на льонищі з кострицею лучною без обертання стрічок	на льонищі з кострицею лучною без обертання стрічок
Маса домішок в м.п. трести, кг	0,071	0,038	0,032	0,018	0,034	0,017
Абсолютна активність ^{137}Cs у домішках:						
– в 1 м.п. трести, Бк;	9,4	4,9	4,3	2,4	4,5	2,3
– на 1 га, кБк	61,7	32,0	28,2	16,0	29,8	15,0
Питома активність ^{137}Cs у льонотресті, Бк/кг	25	19	21	17	18	15
Питома активність ^{137}Cs у домішках, Бк/кг	132	128	134	135	133	134

РОЗДІЛ 6
УРОЖАЙ І ЯКІСТЬ ЛЬОНОПРОДУКЦІЇ ЗАЛЕЖНО
ВІД ПРИЙОМІВ МАЦЕРАЦІЇ
В ЗОНІ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

6.1. Урожай і якість трести льону-довгунця залежно від створення зеленого покриття на льонищі

Важливою умовою отримання високих врожаїв льону-довгунця є оптимальна густина рослин у період вегетації та в розстеленій стрічці льоносолами. Оптимальною нормою розстилу вважається 1800 стебел на погонний метр стрічки. Недотримання норми розстилу, коливання вологості у верхніх і нижніх шарах стрічки негативно впливають на процеси мацерації трести. В умовах зони посиленого радіоекологічного контролю вплив густоти стояння стеблостою на кількість стебел у стрічці наводиться в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

Щільність стрічки льону-довгунця залежно від підсіву злакових трав, шт./м. п.

Варіант досліджу	Роки						Середнє за три роки	
	2003		2004		2005			
	шт.	+/- до норми	шт.	+/- до норми	шт.	+/- до норми	шт.	+/- до норми
Льон-довгунець (контроль)	2125,1	325,1	2344,8	544,8	2253,9	453,9	2241,3	441,2
Льон + пажитниця багаторічна	2121,8	321,8	2594,1	794,1	2498,8	698,8	2404,9	604,9
Льон + костриця лучна	2108,3	308,3	2438,1	638,1	2385,6	585,6	2310,7	510,7

Кількість стебел у сформованій стрічці льоносоломи перевищувала рекомендовану норму розстилу на 308,3–794,1 шт. на погонному метрі, а товщина стрічки становила 3–4 см.

Деякі автори доводять істотність впливу товщини стрічки на строки вилежування льоносоломи, яка при цьому перетворюється у льонотресту в умовах різких коливань вологості у нижньому і верхньому шарах сформованої стрічки. Також доведена можливість виникнення при перезволоженні гнилісних процесів у нижньому шарі стрічки льоносоломи, і з метою усунення цих небажаних процесів рекомендовано проводити підсів трав і обертання стрічок [60, 147, 166, 172].

Важливою характеристикою первинної переробки льону, яка переважно визначається інтенсивністю мікробіологічних процесів, є строки виготовлення трести. Ряд вчених відмічає зв'язок цієї величини зі станом стелища та обертанням стрічки.

З даних табл. 6.2 видно, що стан стелища та обертання стрічки у всіх варіантах досліді прискорили строк первинної переробки льону-довгунця. Найкоротший строк вилежування соломи спостерігався на штучно створеному зеленому покриві з підсівом костриці лучної з наступним обертанням стрічки. На нашу думку, скорочення терміну росяного мочіння на 6 днів пояснюється оптимальною вологістю нижніх і верхніх шарів льоносоломи та покращенням умов аерації, порівняно з контрольним варіантом. Проте слід відмітити, що і при вилежуванні соломи на трав'яному килимі погодні умови впливають на строки мацерації. Так, за найбільш сприятливих погодних умов 2004 року скорочення вилежування у варіантах з підсівом пажитниці і костриці без обертання стрічки становило 7–8 днів, а в дещо менш сприятливих погодних умовах 2005 року у цьому ж варіанті досліді скорочення тривалості мацерації становило лише 6 днів, порівняно з контролем. Обертання стрічки в процесі вилежування мало позитивний вплив на скорочення строку мацерації, що особливо чітко простежується в сприятливих погодних умовах 2004 року.

Таблиця 6.2

**Способи виготовлення та тривалість
мацерації трести, днів**

Варіант вилежування льоносоломи	Роки							
	2003		2004		2005		середнє	
	трива- лість	скоро- чення	трива- лість	скоро- чення	трива- лість	скоро- чення	трива- лість	скоро- чення
На льонищі без обертання (контроль)	42	–	39	–	40	–	40	–
На льонищі з обертанням стрічок	41	1	38	1	39	1	39	1
На пажитниці багаторічній без обертання стрічок	40	2	35	4	38	2	38	2
На пажитниці багаторічній з обертанням стрічок	38	4	32	7	34	6	35	5
На костриці лучній без обертання стрічок	40	2	35	4	38	2	38	2
На костриці лучній з обертанням стрічок	38	4	31	8	34	6	34	6

У певній мірі висновки про мікробіологічну активність можна робити за рахунок показника умочування, який ми визначали, як процентне відношення урожайності льоносоломи до урожайності льонотрести за стандартної вологості за формулою (6.1).

$$\text{Умочування} = \frac{\text{маса} \cdot \text{трести}}{\text{маса} \cdot \text{соломи}} \times 100 \% \quad (6.1)$$

Таблиця 6.3

**Вплив трав'яного покриву та обертання стрічки
на умочування льонотрести**

Варіант вилежування льоносоломи	Умочування, %			
	2003	2004	2005	середнє
На льонищі без обертання (контроль)	19,7	20,2	18,7	19,5
На льонищі з обертанням стрічок	19,4	20,3	19,8	19,8
На пажитниці багаторічній без обертання стрічок	20,4	21,6	20,3	20,8
На пажитниці багаторічній з обертанням стрічок	21,2	21,7	20,7	21,2
На костриці лучній без обертання стрічок	20,3	22,3	20,4	21,0
На костриці лучній з обертанням стрічок	20,2	24,8	19,5	21,5
НІР ₀₅ : загальна	1,03	0,41	0,44	
фактор А – обертання	0,73	0,29	0,31	
фактор В – сумісний посів	0,59	0,23	0,26	

З даних табл. 6.3 видно, що незалежно від погодних умов спостерігається тенденція росту відсотку умочування від застосування сумісного посіву льону і багаторічних злакових трав.

Вплив обертання на умочування найбільш чітко проявивсь у 2004 році. Аномальні погодні умови, що склалися за період вегетації та виготовлення льонотрести в погодних умовах 2003 року, помітно зменшили відсоток умочування в усіх варіантах дослідів.

Максимальний відсоток умочування встановлено у 2004 році у варіанті дослідів з підсівом костриці лучної з наступним обертанням стрічки льоносолами.

Результатами статистичної обробки результатів розрахунків умочування встановлено істотність впливу запропонованих способів удосконалення росяного мочіння на згаданий вище показник у погодних умовах 2004–2005 років.

Результати обліків збирання льонотрести наведено у табл. 6.4.

Таблиця 6.4

Вплив трав'яного покриву та обертання стрічки на урожай льонотрести

Варіант вилежування льоносолами	Урожайність трести							
	2003		2004		2005		середнє	
	т/га	+/- до контролю	т/га	+/- до контролю	т/га	+/- до контролю	т/га	+/- до контролю
На льониці без обертання (контроль)	2,52	–	3,14	–	2,97	–	2,88	–
На льониці з обертанням стрічок	2,53	+0,01	3,14	–	2,93	-0,04	2,87	-0,01
На пажитниці багаторічній без обертання стрічок	2,48	-0,04	3,26	+0,12	3,12	+0,15	2,95	+0,07
На пажитниці багаторічній з обертанням стрічок	2,46	-0,06	3,26	+0,12	2,91	-0,06	2,88	–
На костриці лучній без обертання стрічок	2,46	-0,06	3,22	+0,08	2,85	-0,12	2,84	-0,04
На костриці лучній з обертанням стрічок	2,47	-0,05	3,12	-0,02	2,88	-0,09	2,82	-0,06
НІР ₀₅ : загальна	0,14		0,18		0,19		0,11	
фактору А – обертання	0,10		0,13		0,14		0,08	
фактор В – сумісний посів	0,08		0,10		0,11		0,06	

Як видно з даних табл. 6.4, урожайність трести льону-довгунця знаходиться в межах похибки досліду, проте в окремі роки (2004) встановлено максимальний приріст її при вилежуванні на травах з обертанням стрічки, порівняно з контрольним варіантом досліду. Специфічні погодні умови впродовж вегетаційного періоду 2003 року (низький ГТК) призвели до зниження урожаю соломи і трести льону-довгунця.

У результаті проведених досліджень встановлено позитивний вплив запропонованих способів росяного мочіння льоносоломи на якість трести льону-довгунця (табл. 6.5).

Таблиця 6.5

Технологічна якість трести льону-довгунця залежно від способів росяного мочіння, (середнє за 2003–2005 рр.)

Показник	Росяне мочіння на льоніщі						± до контролю				
	без трав'яного покриву		з пажитницею багаторічною		з кострицею лучною		без трав'яного покриву	з пажитницею багаторічною		з кострицею лучною	
	без обертання (контроль)	з обертанням	без обертання	з обертанням	без обертання	з обертанням	з обертанням	без обертання з обертанням	з обертанням	без обертання	з обертанням
Сортономер трести	0,92	1,08	1,17	1,42	1,17	1,50	0,16	0,25	0,50	0,25	0,58
Вихід всього волокна, %	26,4	27,1	27,8	28,5	28,9	29,4	0,7	1,4	2,1	2,5	3,0
в т.ч. довгого	13,7	14,2	15,4	15,6	15,9	16,2	0,5	1,7	1,9	2,1	2,5
Сортономер довгого волокна	10,7	11,3	11,7	12,3	12,0	12,7	0,6	1,0	1,6	1,3	2,0
Колір волокна, група	1,7	2,5	2,6	2,9	2,7	3,2	0,8	0,9	1,2	1,0	1,5
Кількість процентономерів	120	138	151	163	155	168	18	31	33	35	48

З даних таблиці видно, що вилежування трести на льонищі без трав'яного покриву з одноразовим обертанням стрічки дещо покращувало технологічні показники якості. Так, підвищувався загальний вихід волокна, в тому числі і довгого, дещо збільшився загальний показник процентономерів.

Виготовлення трести на льонищі з трав'яним покривом, утвореним за рахунок пажитниці багаторічної без обертання стрічки дозволило значно покращити технологічні показники якості льонопродукції. Так, номер трести порівняно з контролем, зріс на 0,25 сортономеру. Вихід волокна збільшився на 1,4, в тому числі довгого – на 1,7 %. Комплексний показник якості волокна збільшився на 1 сортономер. Подібним був вплив трав'яного покриву, представленого кострицею лучною.

Застосування обертання у середині процесу росяного мочіння дозволило додатково покращити технологічні показники. Найбільше підвищилась якість льонопродукції від обертання стрічки у варіантах дослідів з кострицею лучною. Порівняно з контрольним варіантом, номер трести зріс на 0,58, а номер волокна – на 2 сортономеру.

За рахунок покращання умов вилежування, підвищення якості трести з урахуванням, насамперед, виходу волокна підвищилася і його урожайність (табл. 6.6).

Найвищий врожай волокна отримано в погодних умовах 2004 року, у варіанті вилежування соломи на костриці лучній та пажитниці багаторічній з обертанням стрічок. У середньому за 3 роки дослідів максимальні прирости врожаю волокна – 0,07 т/га, що становить 9,2 % до контролю – одержані у варіанті з підсівом костриці лучної та наступним обертанням стрічок за вилежування льоносоломи (рис. 6.1).

Таблиця 6.6

**Вплив трав'яного покриву і обертання стрічки
на урожайність льоноволокна**

Варіант вилежування льоносоломи	Урожай льоноволокна							
	2003		2004		2005		середнє	
	т/га	± до конт- ролю	т/га	± до конт- ролю	т/га	± до конт- ролю	т/га	± до конт- ролю
На льонищі без обертання стрічок (контроль)	0,67	–	0,84	–	0,78	–	0,76	–
На льонищі з обертанням стрічок	0,69	0,02	0,86	0,02	0,79	0,01	0,78	0,02
На пажитниці багаторічній без обертання стрічок	0,68	0,03	0,92	0,09	0,86	0,08	0,82	0,06
На пажитниці багаторічній з обертанням стрічок	0,70	0,03	0,93	0,09	0,82	0,06	0,82	0,06
На костриці лучній без обертання стрічок	0,71	0,04	0,93	0,09	0,82	0,06	0,82	0,06
На костриці лучній з обертанням стрічок	0,73	0,06	0,92	0,08	0,85	0,04	0,83	0,07
НІР ₀₅ : варіантів	0,022		0,012		0,029		0,032	
фактор А – обертання	0,016		0,009		0,020		0,023	
фактор В – сумісний посів	0,013		0,007		0,016		0,018	

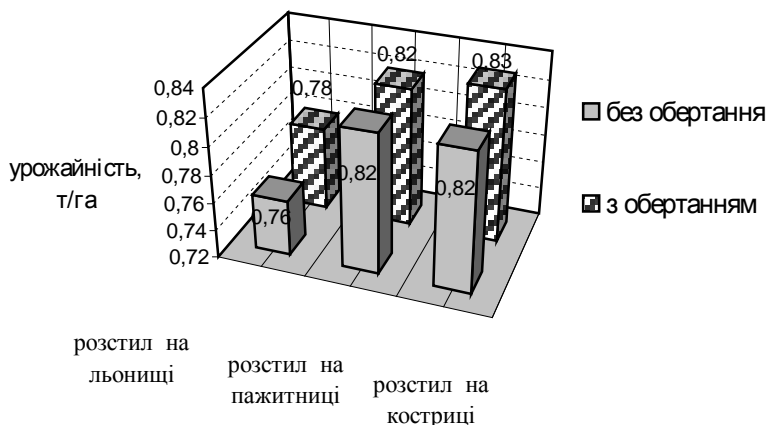


Рис. 6.1. Урожайність волокна залежно від способів виготовлення льонотрести, середнє за 2003–2005 рр.

Статистична обробка результатів дослідів доводить, що сумісний посів забезпечує достовірні прирости урожаю волокна (табл. 6.7).

Таблиця 6.7

Результати дисперсійного аналізу, узагальнені за 2003–2005рр.

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F _{факт}	F ₀₅
Загальна (С _y)	0,141	17			
Повторень (С _p)	0,126	2			
Варіантів (С _v)	0,012	5	0,002	7,798	2,9
Фактора А (С _a)	0,010	2	0,005	17,068	3,6
Фактора В (С _b)	0,001	1	0,001	4,604	4,54
Взаємодії АВ (С _{ав})	7,8Е-05	2	3,9Е-05	0,125	3,6
Залишкова (С _z)	0,003	10	0,0003		

Примітка: $НР_{05}$ загальна = 0,032; $НР_{05}$ фактора А=0,023; $НР_{05}$ фактора В = 0,018; $S_{x\%}=1,26$.

Фактор А – спосіб розстилу, фактор В – обертання.

6.2. Технологічні показники якості волокна льону-догунця від прийомів росяного мочіння

Міцність прядива, а потім і тканин, визначається, насамперед, міцністю волокна. При прочісуванні тіпаного лляного волокна з підвищеними показниками міцності отримують збільшений вихід чесаного волокна, яке, в свою чергу, йде на виготовлення високоякісного прядива і тканин.

Вторинна переробка трести і отримання волокна, що має високу гнучкість, переносить велику кількість згинів і скручень, не втрачаючи при цьому своєї міцності, забезпечує високі прядивні показники.

Волокно з підвищеною гнучкістю (м'якістю) витримує порівняно більшу кількість багаторазових згинань і крутінь, з нього виготовляється прядиво більш високої лінійної щільності та міцності.

Особлива увага приділяється міцності волокна, тому що при чесанні волокна підвищеної міцності отримують менше відходів і, в свою чергу, більший вихід прядива.

Окрім основних показників нормативними документами встановлюються вимоги до додаткових показників якості волокна – довжини, кольору, кількості домішок та деякі інші [184].

Вплив виду стелища і додаткових заходів покращання вилежування льоносоломи на фізико-механічні властивості волокна показані в таблиці 6.8, з даних якої видно, що виготовлення трести на льонищі без підсіву трав (лише за рахунок обертання стрічки) покращило технологічні показники якості тіпаного волокна.

Таблиця 6.8

Якість тіпаного льону залежно від способів росяного мочіння, (середнє за 2003–2005 рр.)

Показники	Вилежування льоносоломи					
	на льонищі без трав'яного покриву		на льонищі з пажитницею багаторічною		на льонищі з кострецею лучною	
	без обертання (контроль)	з обертанням	без обертання	з обертанням	без обертання	з обертанням
Довжина жмені, см	69,9	69,9	71,8	71,8	72,4	72,4
Міцність, даН	12,7	12,9	14,8	15,2	15,2	15,6

Продовження таблиці 6.8.

Гнучкість, мм	38,6	41,1	52,1	52,6	51,5	52,4
Колір, група	1,7	2,5	2,6	2,9	2,7	3,2
Сума балів	258	277	315	321	318	327
Номер	10,7	11,3	11,7	12,3	12,0	12,7

Створення штучного зеленого покриву льонища, особливо з наступним обертанням, суттєво покращило показники якості волокна. На нашу думку, зростання якості тіпаного льону пояснюється скороченням строків вилежування залежно від виду стелища і обертання стрічок. Строки виготовлення льонотрести, у свою чергу, пов'язані з чисельністю пектиноруйнівної мікрофлори, яка збільшилася із застосуванням згаданих вище способів оптимізації росяного мочіння.

Так, волокно, отримане з трести, що виготовлялася на льонищі з підсівом костриці лучної з наступним обертанням стрічки, забезпечило підвищення міцності на 2,9 даН, гнучкості – на 13,8 мм. У цьому варіанті досліду колір волокна покращився на 1,4 бала. У результаті якість тіпаного льону підвищилась на 2 сортономеру.

При прочісуванні тіпаного волокна з високими показниками гнучкості та міцності отримано підвищений вихід чесаного волокна, яке використовується для виготовлення тонких прядива і тканин. Якість прядива визначається, окрім міцності й гнучкості, показником тонини – здатністю при прочісуванні поділятися в повздовжньому напрямі на тонкі комплекси. Високі показники якості чесаного льоноволокна за основним ознаками визначають якість прядива.

Фізико-механічні властивості чесаного волокна залежно від способів виготовлення трести льону-довгунця наведені в таблиці 6.9.

Таблиця 6.9

**Прядивні властивості чесаного волокна за різних способів
росяного мочіння (середнє за 2003–2005 рр.)**

Показник	Вилежування льоносоломи					
	на льонищі без трав'яного покриву		на льонищі з пажитницею багаторічною		на льонищі з кострцею лучною	
	без обертання (контроль)	з обертанням	без обертання	з обертанням	без обертання	з обертанням
Вихід волокна, %:						
– чесаного	32,3	32,8	34,6	34,7	35,1	35,2
– очесів	63,1	63,0	62,5	62,8	62,7	62,8
Міцність, даН	14,6	14,8	14,9	15,3	15,0	15,4
Гнучкість, мм	39,0	39,2	52,3	52,8	52,0	52,3
Тонина	321	335	415	427	431	458
Розрахункова добротність прядива, км	13,1	13,4	15,7	16,1	15,9	17,1

Обертання трести на льонищі без трав'яного покриву дещо покращило фізико-механічні властивості волокна, у результаті чого розрахункова добротність прядива збільшилася на 0,3 км. Комплексний показник якості волокна за мацерації на льонищі з пажитницею багаторічною зріс на 2,6, а з кострцею лучною – на 2,8 км.

Розрахункова добротність прядива, порівняно з контрольним варіантом, зросла на 4 км.

Узагальнення результатів експериментальних досліджень дозволило зробити наступні висновки:

1. Строки виготовлення трести на травах з наступним застосуванням обертання скоротилися на 5–6 днів, порівняно зі строками вилежування на льонищі, вільному від трав'яного покриву.

2. Стан стелища й обертання стрічки льоносоломи не впливали на урожайність трести льону-довгунця, проте відсоток умочування збільшився за виготовлення трести на злакових травах, що говорить про більш інтенсивну діяльність мікрофлори.

Максимальний відсоток умочування (24,8) встановлено при вилежуванні льоносоломи на трав'яному “килімі”, представленому кострицею лучною.

3. Застосування росяного мочіння з вилежуванням соломи на льонищі з травами та наступне обертання стрічок дозволило підвищити технологічну якість трести на 0,16–0,58 сортономера, порівняно з контрольним варіантом.

4. За рахунок покращання умов вилежування приріст виходу всього волокна збільшився на 0,7–3,0 %.

5. Покращання умов мацерації за рахунок злакових трав впливало і на якість тіпаного льону: комплексний показник якої зріс на 2 сортономери у варіанті досліду з підсівом костриці лучної. Такий приріст відбувся також числі і за рахунок зростання міцності, максимальне значення якої встановлено при виготовленні льонотрести на трав'яному “килімі”, і становило – 15,6 даН.

6. Розрахункова добротність прядива зросла на 0,3–4,0 км за рахунок скорочення строків виготовлення льонотрести на злакових травах.

РОЗДІЛ 7

ЕНЕРГЕТИЧНА ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ

7.1. Енергозберігаюча технологія вирощування льону-довгунця

Загальний стан землеробства України характеризується спадом виробництва продукції, виснаженням землі, погіршенням матеріально-технічної бази, зменшенням обсягів капіталовкладень, наростанням соціальної напруженості.

Як відомо, в сільському господарстві України в найбільш сприятливому двадцятиріччі (1965–1985 рр.) енергетичні потужності (у кінських силах) зросли більш ніж у 5 разів, споживання електроенергії, основні виробничі фонди і постачання мінеральних добрив збільшилися більш ніж у 10 разів.

Проте валова продукція рослинництва збільшилася лише в 1,6 раза. Закупівельні ціни на тваринницьку продукцію були вищі світових, а вся дотація держави витрачалася на її виробництво.

Наступною особливістю землеробства ХХІ століття буде різке зростання використання фотосинтетичної активної радіації (ФАР), середньобагаторічне значення якої за вегетаційний період знаходиться у межах від 1676 мДж/м² (Полісся).

Прогресу техніки, який відбудеться при повному пізнанні фотосинтезу зеленої рослини, поступляться найвизначніші відкриття можливостей використання атомної й іншої енергії.

Землеробство – єдина галузь, яка виробляє енергію завдяки унікальним фотосинтетичним властивостям зелених рослин перетворювати сонячну енергію в хімічну, а остання, перевтілена в продукти харчування і сировину для промисловості, задовольняє потреби людей.

Нині у землеробстві засвоюється до 1% ФАР, що свідчить про суто екстенсивну систему землеробства. Лише незначна частина господарств отримує товарну рослинницьку продукцію на

рівні 2% ФАР, що вказує на можливість скорочення ріллі вдвічі без зниження продуктивності землеробства.

Провідні західноєвропейські країни сьогодні використовують до 3% ФАР.

Функціонування галузі землеробства буде здійснюватися на основі зростання ефективності використання обладнання і засобів виробництва, скорочення затрат робочого часу на одиницю продукції і особливо підвищення окупності енергії.

Розрахунки показують, що конкурентоспроможною буде та продукція, на одиницю енергії якої при виробництві витрачається енергії в 6–7 разів менше.

На екологічні, біологічні та агротехнічні умови отримання запрограмованих урожаїв посилаються у своїх роботах І.С.Шатілов [343], Т.Н.Кулаковська [199] та інші.

Інколи, не вдаючись до глибоких, побудованих на науковій основі аналізів у землеробстві, помилково оцінюються як ефективні, нові швидко народжені агрозаходи, які дають ніби небувалий економічний ефект. За допомогою енергетичного аналізу можна легко виявити допущені помилки в дослідах, неправильно зроблені висновки.

Меліорація середовища для застосування інтенсивних ресурсо- і енергозберігаючих технологій потребує багато витрат ресурсів і не поновлюваної енергії. Практика показує, що великі розміри витрат на меліорацію середовища, яка проводиться на великих площах (господарство чи група господарств, район, регіон) або безпосередньо в інтенсивних технологіях, можуть бути зменшені і доведені до мінімальних. Цьому сприяє повсюдне освоєння науково обґрунтованих систем землеробства.

Витрати енергії на меліорацію середовища зростатимуть, особливо в господарствах, де занедбане землеробство. Проблема зберігання енергоємності ґрунту набуває все більшої ваги – тримати землі треба в стані високої родючості, не допускати зменшення їх енергоємності. У землеробстві довгий ланцюг факторів родючості починається з сівозмін.

Сучасні інтенсивні ресурсо- і енергозберігаючі технології мають поєднувати найновіші досягнення науки і передового досвіду та забезпечувати високу віддачу використаних матеріально-технічних засобів. Недотримання хоча б якоїсь ланки у загальному технологічному процесі призводить до зменшення урожаю та до більш різкого зниження рівня урожаю та окупності витрат. Як показують досліді, при запровадженні інтенсивних технологій витрати ресурсо-енергетичних засобів на одиницю площі посіву зростають, а на одиницю продукції – зменшуються, що відбувається за рахунок збільшення урожаю.

Наявність показників економічної оцінки вирощування сільськогосподарських культур по досліджуваних технологіях дозволяє вибрати економічно найвигідніший варіант технології і одночасно намітити шляхи можливої економії ресурсів та енергії як у цілому по всьому технологічному потоку, так і по окремих технологічних процесах.

Безумовно, що одержання високого ефекту від застосування інтенсивних ресурсо- і енергозберігаючих технологій може бути досягнуто тільки при повній матеріально-технічній забезпеченості виробництва згідно з вимогами технології – чітка організація праці, наявність компетентних кадрів, безперечне дотримання технологічної дисципліни на всіх етапах росту і розвитку рослин, збирання урожаю і післязбиральної доробки вирощеної продукції.

Проте дослідями встановлено, що сільське господарство, у якому на виробництво харчової калорії витрачається 10 калорій непоновлювальної енергії, неперспективне. За таких умов витрати непоновлюваної енергії надто великі, нічим не виправдані. До цього необхідно додати, що збільшення частки реалізації потенційної продуктивності рослин тільки за рахунок постійного зростання витрат непоновлюваної енергії для оптимізації зовнішнього середовища небажане і шкідливе. На основі досліджень (Академія наук Молдавської РСР) встановлено, що витрати на гектар непоновлюваної енергії 40 млн ккал є

граничними. За цим бар'єром витрат додаткової кількості непоновлюваної енергії починається реальне забруднення навколишнього середовища. Це одне з грізних попереджень, що зберігання і використання активно діючої матеріалізованої енергії вимагає не тільки максимального застосування заходів застережень, а й нових напрямів у розробленні інтенсивних технологій, які б гарантували зберігання в чистоті повітря, землі, води. Зробити це можна лише за умови, коли в інтенсивних технологічних процесах буде зменшуватись частка непоновлюваної і збільшуватись поновлюваної (природної) енергії. Сьогодні ми є свідками нових досліджень, нових поглядів щодо раціонального використання непоновлюваної енергії. У виробництві й науці ще й досі панують застарілі традиційні поняття, наприклад, про безграничне посилення меліорації середовища із збільшенням витрат непоновлюваної енергії. Ми дуже багато, особливо при інтенсивних технологіях, вносили мінеральних добрив, пестицидів, які здорожують виробництво, забруднюють землю, воду, повітря. Переведення інтенсивних технологій на ресурсо- і енергозберігаючий режим вимагає всі витрати звести до оптимальних.

Досліди в нашій країні і за кордоном свідчать, що коефіцієнт використання сонячної енергії в загальній дії факторів родючості, спрямованих на формування урожаю, коливається в межах 0,5–1%, тоді як теоретично можлива величина його у 5–10 разів більша і наближається до 5%.

Добитись продуктивної роботи інтенсивних ресурсо- і енергозберігаючих технологій можна введенням у технологічний потік надійних у роботі високопродуктивних машин та механізмів, правильним їх агрегуванням для того, щоб вони за один прохід виконували декілька операцій з широким захватом робочої (оброблювальної) смуги. Обслуговуючий персонал, машина, механізм, агрегат, хімічні речовини, паливо, насіння, електроенергія є складовими, незамінними частинами тривалого і складного технологічного потоку.

Виходячи з наших багаторічних досліджень [125], проведених на дерново-середньопідзолистих оглеєно-супіщаних та сірих лісових легко-суглинкових ґрунтах на підставі ауксонографії і отримання оптимальних параметрів добової погодинникової швидкості росту, можна пропонувати як енерго-ресурсозберігаючу технологію вирощування в зоні Полісся України льону-довгунця, що забезпечує отримання чистого від бур'янів, вирівняного за стеблостом, неураженого хворобами, придатного до машинної технології збирання з високим показником урожайності та якості екологічно чистої продукції (табл. 7.1).

Основними попередниками для льону є озимі зернові і ярі, які розміщуються по багаторічним травам, картоплі.

Враховуючи високу вимогу до отримання чистого від бур'янів льону, особливе значення в технології вирощування набуває поєднання обробітку ґрунту із застосуванням гербіцидів.

Найбільш сприятливими екологічними умовами для очищення поверхневого шару ґрунту від насіння бур'янів є система напівпарового обробітку ґрунту з використанням знарядь для плоскорізного обробітку ґрунту. Проте і за цієї системи неможливо без застосування додаткових хімічних засобів отримати чистий від бур'янів стеблостій льону. Тому для знищення бур'янів після збирання попередників і зростання їх до висоти 12–15 см рекомендовано застосовувати контактний гербіцид раундап або інші. Залишки насіння бур'янів у поверхневому шарі ґрунту, які проростають після внесення гербіциду, знищуються наступними обробітками.

Нами детально доведено, що мінеральні добрива в половинній дозі ($N_{15}P_{45}K_{60}$) краще вносити восени з наступним змішуванням їх у поверхневому шарі ґрунту, на глибині 10–12 см.

Таблиця 7.1

Ресурсозберігаюча технологія вирощування льону-довгунця в агроекологічних умовах Полісся України

№ з/п	Технологічні операції	Одиниці виміру	Параметри	Строки	Сільськогосподарські машини
1	Попередники	1) озимі після багаторічних трав; 2) картопля; 3) багаторічні трави			
	<i>Внесення добрив, д.р. на 1 га</i>				
	– азотних	кг	15	березень	
2	– фосфорних	кг	45	вересень	НРУ-0,5
	– калійних	кг	60	вересень	
	<i>Передпосівний обробіток</i>				
3	– контактні гербіциди	кг	за рекомендаціями	вересень	ОП-2000
4	Дискування, 3-х разове	см	10–12	вересень жовтень	БДТ-7
5	Ранньовесняне розпушування	см	8–10	квітень	БДТ-7 (ЛДГ-10)
6	Передпосівний обробіток	см	5–6	квітень	АРВ-8,1–0,2

Продовження табл. 7.1

1	2	3	4	5	6
7	Строк посіву	t° С	5–6	квітень	–
8	<i>Норма посіву:</i>				
	– льону	млн. шт	25	квітень	СЗЛ-3,6
	– злакових трав	кг	30	квітень	СЗЛ-3,6
9	Знищення шкідників	інсектициди		сходи	ОП-2000
10	<i>Бакова суміш :</i>				
	ростові речовини – кристалон	кг	3,0	початок швидкого росту	ОП-2000
	фунгіциди (хлорокись міді, або інші)	кг	2,2	початок швидкого росту	ОП-2000
	гербіциди (льоннок)	г	8–10	–«–	–«–
	пантера	кг	1,0	–«–	–«–
11	Збирання льону	–	–	рання жовта стиглість	ЛК-4Т
12	Обертання стрічки	–	–	через 10 днів	ОСН-1,0
13	Збирання трести	–	–	готовність	ПРП-1,6

Перший обробіток восени проводиться після внесення гербіцидів і відмирання бур'янів і внесенням мінеральних добрив дисковими боронами БДГ-7 на глибину 10–12 см. Наступне рихлення ґрунту можна проводити у міру проростання насіння бур'янів з поверхневого шару ґрунту.

Весняний комплекс робіт з передпосівної підготовки ґрунту визначається виходячи з конкретних погодних умов. Проте, головне завдання обробітку ґрунту навесні зводиться до заробки добрив, збереження вологи, утворення твердого ложа для насіння льону і нещільнокущових злакових трав, які висіваються в суміші з насінням льону для створення штучного зеленого покриву на період вилежування трести.

Закриття вологи на дерново-середньопідзолистих ґрунтах проводиться боронуванням середніми боронами ЗБСС–1,0 або дисковими луцильниками ЛДГ–10. На сірих лісових суглинкових ґрунтах, особливо в умовах перезволоження, перший обробіток краще проводити дисковими боронами БДГ–7 на глибину 8–10 см.

Передпосівний обробіток на легких за механічним складом ґрунтах проводиться після внесення добрив зчепкою середніх і легких борін (ЗБСС-1,0 + БП-0,6), на суглинкових – широкозахватними дисковими знаряддями.

Вирівнювання та ущільнення ґрунту – обов'язковий агротехнічний прийом, який забезпечує рівномірне, неглибоке загортання насіння льону і злакових трав і виконується комплексним агрегатом ВПН – 5,6 + ЗККШ – 6М за один прохід агрегату.

З метою економії паливно-мастильних матеріалів тиску на ґрунт необхідно застосовувати на передпосівному обробітку ґрунту комбіновані агрегати, такі як АРВ–8,1–0,1. З метою попередження від вторинного радіозабруднення [185], скорочення строків вилежування і підвищення якості трести необхідно встановлену норму висіву насіння льону і насіння рихлокущових злакових трав (вівсяниця лучна, райграс пасовищний) перед посівом змішувати і висівати разом.

Щодо знищення ґрунтової кірки при її утворенні краще застосувати дерев'яні катки – гвоздівки нашої конструкції.

Отримання рівномірного за висотою, не ураженого хворобами льону досягається внесенням бакової суміші, у склад якої входять стимулятори росту, гербіциди, фунгіциди.

Виробнича перевірка розробленої нами технології вирощування льону-довгунця проводилась у 1989–1992 роках на полях колгоспів “Червоний прапор” Червоноармійського району, ”Заможне” Житомирського району Житомирської області.

У колгоспі “Червоний прапор” на площі 120 гектарів, де переважають дерново-слабопідзолисті та оглеєно-супіщані з родючістю 27–32 бали ґрунти, отримано урожайність волокна за нашою технологією у 4,2 раза, а якість трести у 3 рази вища, ніж за раніше рекомендованою технологією.

7.2. Енергетична оцінка вирощування льону-довгунця

Постійне зростання цін на енергоносії та енергооснащеності призводить до збільшення витратної частини на виробництво сільськогосподарської продукції. У зв’язку з цим виникла необхідність вивчення і запровадження в агропромисловому комплексі України енергетичного аналізу, який застосовують в США, Угорщині, Молдові та інших країнах.

Такий аналіз проводиться для визначення ступеня використання тракторів, сільгоспмашин, добрив, пестицидів, води, паливно-мастильних матеріалів, ґрунтового-кліматичних умов, сонячної радіації та інших факторів, які впливають на родючість ґрунту та формування врожаю. Енергетичний аналіз дозволяє розробити й оцінити ефективність інтенсивних ресурсозберігаючих технологій у землеробстві й рослинництві.

При енергетичному аналізі розрахунки проводять у єдиних міжнародних одиницях – кілокалоріях або джоулях [228]. Введення енергетичного еквіваленту при аналізі різних галузей сільськогосподарського виробництва дозволяє правильно оцінити їх і забезпечити велику економію ресурсів і енергії.

Мета даних розрахунків – провести порівняльний аналіз розробленої нами ресурсозберігаючої технології з раніше рекомендованою – інтенсивною і в структурі енергетичних затрат

зробити пошук методів виробництва льону, які забезпечують раціональне застосування непоновлюваної (викопної) і поновлюваної (природної) енергії, охорону навколишнього середовища.

На меліорацію (поліпшення) середовища витрачається велика кількість непоновлюваної енергії. За підрахунками Миронівського НДІ селекції і насінництва пшениці, Українського НДІ землеробства, Українського НДІ зрошуваного землеробства, Всесоюзного НДІ кукурудзи та інших (1984–1986 рр.), щоб одержати середню врожайність основних зернових, технічних культур і картоплі необхідно на гектар посіву щонайменше витратити близько 4,1–18,5 млн ккал непоновлюваної енергії. Значна частина її йде на меліорацію середовища. Найбільша частка припадає на засоби механізації, паливо, добрива, обробіток ґрунту, пестициди.

При аналізі енерговитрат у сільськогосподарському виробництві складені схеми енергетичного балансу всього технічного балансу. Аналіз витрат такий:

1. Викопної, яка направляється на полегшення людської праці (ккал). Вона закладена в таких технологічних процесах: лущення стерні, оранка, культивування, боронування, сівба, догляд, збирання, доробка вирощеної продукції, транспортування, виконання всіх робіт механізмами.

2. Непоновлюваної і поновлюваної, що йде на поліпшення умов середовища. Сюди входить енергія сонця, насіння, пестицидів, добрив, зрошення, яка визначається в ккал на 1 га посіву.

3. Враховується величина одержаного врожаю і енергетичний еквівалент його, ккал. Цей показник і визначає результати енергетичного аналізу. Така структура дозволяє визначити найбільш енергоємну операцію.

У літературних джерелах ми знаходимо структуру і розрахунки коефіцієнту енергетичної ефективності (K_{ee}) для озимої пшениці – 1,7–2,9; ярого ячменю – 3,03; кукурудзи на зерно – 1,48 – 4,8; проса – 5,04; гречки – 3,65; цукрових буряків – 1,68 –

2,31; картоплі – 1,33 в агрокліматичних умовах України [228]. Проте стосовно культури льону-довгунця таких чи подібних публікацій обмаль.

Ми зробили спробу розрахувати коефіцієнт енергетичної ефективності для енергоресурсозберігаючої технології і порівняти її з інтенсивною (табл. 7.2).

У структурі технологічних операцій інтенсивної технології виробництва льону-довгунця на вирощування припадає 48,2 %, решта енергетичних затрат йде на роботи, пов'язані із збиранням та виготовленням трести. У технології, яка пропонується, питома вага таких затрат становить 32,6%.

За інтенсивної технології вирощування льону-довгунця високі енергетичні витрати (40,6 %) пов'язані із внесенням повної норми мінеральних добрив і напівпаровим способом основного обробітку ґрунту, який передбачає не менше п'яти агротехнічних прийомів. Впровадження основного обробітку ґрунту без обертання скиби із застосуванням широкозахватних дискових знарядь і внесення половинної дози мінеральних добрив дозволяє скоротити енерговитрати на 13,3 %.

Економія енерговитрат на передпосівному обробітку ґрунту за рахунок скорочення кількості проходів сільськогосподарських машин і застосування удосконаленого комплексного агрегату становить 1139,5 мДж.

На догляд за посівами в інтенсивній технології витрачається 587,7 і енергоресурсозберігаючій технології – 390,2 мДж.

З метою створення штучного зеленого покриву на льонищі для отримання екологічно чистої льонотрести рекомендується сумісний посів насіння льону і рихлокушових злакових трав, за рахунок яких дещо збільшуються ресурсовитрати [116, 185].

Таким чином, інтенсивна технологія на вирощування льону вимагає 11680,3 мДж енергетичних затрат, а розроблена нами на 3905,0 мДж менше.

Таблиця 7.2

Енергетична оцінка технологій вирощування льону-довгунця

Агротехнічні операції	Енергоємність технологій, ккал											
	Інтенсивна, урожайність соломи-37,5 ц/га						Ресурсозберігаюча, урожайність соломи – 49,6 ц/га					
	тракторів, автомобілів	с.-г. машин	паливо, електроенергія	добрива, пестицидів	праця людей	разом	тракторів, автомобілів	с.-г. машин	паливо, електроенергія	добрива, пестициди	праця людей	разом
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Роботи восени</i>												
Лущення стерні	4822	10626	27720	-2	5101	48269	-	-	-	-	-	-
<i>Мінеральні добрива, РК:</i>												
- навантаження у подрібнювач	201	303	1008	-	160	1672	100	152	504	-	80	836
- подрібнення	-	2315	3775	-	993	7083	-	1157	1888	-	497	3542
- навантаження і змішування	201	303	1008	-	160	1672	100	152	504	-	80	836

Продовження таблиці 7.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
- навантаження на транспорт	-	2344	944	-	643	3931	-	1172	472	-	322	1966
-транспортування добрив	3231	-	27430	-	3168	33829	1616	-	13715	-	1584	16915
- внесення добрив	5379	6904	30870	-	1786	44939	2689	3452	15435	-	893	22469
- витрати добрив:												
-фосфорних	-	-	-	270837	-	270837	-	-	-	135418	-	135418
-калійних	-	-	-	237876	-	237876	-	-	-	118938	-	118938
Гербициди:												
- підвезення води і гербициду	-	-	-	-	-	-	1706	544	8442	-	1350	12042
- робоча рідина	-	-	-	-	-	-	794	701	4788	-	1268	7551
- внесення гербицидів	-	-	-	-	-	-	9170	17626	45360	-	7261	79417

Продовження табл.7.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
- витрати гербіцидів	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22664	-	22664
Безполіцевий обробіток	-	-	-	-	-	-	10189	15582	55440	-	3383	84594
Оранка з боронуванням	39030	9762	199080	-	18151	266023	-	-	-	-	-	-
Культивація зябу з боронуванням	26763	29322	139860	-	8886	204831	-	-	-	-	-	-
Разом :	79627	61879	431695	508713	39048	1120962	26364	40538	146548	277020	16718	507188
Ккал												
мДж	332,2	258,9	1806,2	2128,5	163,4	4690,2	110	169,6	6132	1159,1	69,9	2122,1
<u>Добрива:</u>	<i>Роботи навесні</i>											
- навантаження	37	55	252	-	29	373	19	27	126	-	14	186
-транспорт ування	366	540	4160	-	475	5541	183	270	2080	-	237	2770
- розкидання	759	1098	5880	-	600	8337	379	549	2340	-	300	3568

Продовження табл.7.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
- витрати азотних добрив	-	-	-	9621900	-	621900	-	-	-	310950	-	310950
Ранньовесняне рихлення	7823	6085	52920	-	5809	72638	4822	10626	27720	-	5101	48269
Протруювання насіння		95	172	-	175	442	-	70	172	-	175	417
Навантаження насіння	36	56	252	-	30	374	36	56	252	-	30	374
Передпосівний обробіток	9096	9965	46620	-	3020	68701	5214	15221	21420	-	2425	44320
Транспортування насіння і заправка сівалок	510	754	2860	-	331	4455	510	754	2860	-	331	4455
Сівба	7054	14546	31500	-	4322	57422	7054	7273	15750	-	5855	35932
Витрати на насіння	-	-	-	690000	-	690900	-	-	-	690000	-	69000
злакових трав	-	-	-	-	-	-	-	-	-	116010	-	116010

Продовження табл.7.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Разом: Ккал	25681	33194	144616	100311	14790	1530182	18217	34846	72720	1116960	14468	1257211
мДж	107,5	138,9	605,1	5489,1	61,9	6402,4	76,2	146,0	304,3	4673,5	60,5	5262,9
<i>Догляд за посівами</i>												
Транспортування води	1706	544	8442	–	1350	12042	1706	544	8442	–	1350	12042
Приготування робочого розчину	794	701	4788	–	7551	13834	794	701	4788	–	1268	7551
Витрати на гербіциди	–	–	–	40922	–	40922	–	–	–	–	–	–
-мікродобрива	–	–	–	2500	–	2500	–	–	–	250	–	2500
-стимулятори росту	–	–	–	4600	–	46002	–	–	–	4600	–	4600
-інсектициди	–	–	–	392	–	392	–	–	–	392	–	392
-фунгіциди	–	–	–	66164	–	66164	–	–	–	66164	–	66164
Разом: Ккал	2500	1245	13230	114578	8901	140454	2500	1245	13230	73656	2618	93249
мДж	10,5	5,2	55,4	479,4	37,2	587,7	10,5	5,2	55,4	308,1	10,9	390,2

Продовження табл.7.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
На вирощування Ккал	107808	96318	589541	1935199	62739	2760244	47081	76629	232498	1467636	33804	1857648
мДж	451,1	403,0	2466,7	8091,0	262,5	11680,3	197	320,8	972,8	6140,7	141,4	7775,3
<i>Збирання врожаю</i>												
Збирання льону	7886	63084	126000	–	9680	206650	7886	63084	126000	–	9680	206650
Обертання трести	3173	26015	119700	–	6680	155567	3173	26015	119700	–	6680	155567
Підбирання трести	–	–	–	–	596475	596475	5319	23305	126000	–	1201586	1356210
Навантажування трести	–	–	–	–	47718	47718	5319	5680	12600	–	1201587	1338586
Транспортування	88110	–	505000	–	1363815	1956925	88110	–	606000	–	86406	780516
Разом: Ккал	99169	89099	750700	–	2024367	2963335	109807	118084	1103700	–	2505939	3837530
мДж	415,0	372,8	3141	–	8470,1	12398,9	459,0	494	4618	–	10485,1	16056,1
Всього за технологіями:												
Ккал	206977	185417	134024 1	1935191	2087106	5723579	156880	194755	1336198	1467636	2539733	5695203
мДж	866,0	775,8	5607,7	80970	8732,7	24079,2	656,4	814,9	5590,8	6140,7	10626,5	23829,3

Розглядаючи еколого-технологічну оцінку енергетичного балансу вирощування льону-довгунця, можна стверджувати, що в цілому енергоресурсозберігаюча технологія забезпечує економію 3905 мДж енергії, в першу чергу за рахунок витрат на паливно-мастильні матеріали, пов'язані з вирощуванням льону, що становлять 1543,1 мДж, на добрива – 2607,9 і особливо на збиранні трести (табл.7.3).

Таким чином, енергоємність вирощеної продукції льону-довгунця за інтенсивною технологією становить 72175,7 і за ресурсозберігаючою – 95464,0 мДж, що дозволяє встановити коефіцієнт енергетичної ефективності у першому випадку 2,9 і другому – 4,0.

Таблиця 7.3

Енергетична оцінка вирощування льону-довгунця в умовах Полісся України

Показники	Енергоємність			
	Інтенсивна		Ресурсозберігаюча	
	мДж	%	мДж	%
Витрачено				
1. Механізми	1641,8	6,6	1471,3	10,6
2. Паливно-мастильні матеріали	5607,7	22,5	4700,2	34,0
у т. ч. на вирощування	2466,7	9,9	923,6	6,7
на збирання і виготовлення трести	3141,0	19,6	4618,1	33,3
3. Добрива	5179,8	20,8	2589,9	18,7
4. Пестициди і реторданти	587,7	2,4	899,2	6,5
5. Насіння	3153,0	12,7	3544,7	25,6
6. Праця людей	8732,7	35,0	10626,5	44,6
Всього	24079,2	100	23829,3	100
Одержано				
Урожайність, ц/га:				
Соломи	37,5	–	49,6	–
Волокна	8,0	–	13,5	–
мДж	72175,7	–	95464	–
K_{ee}	2,9	–	4,0	–

7.3. Економічна ефективність виробництва льону-довгунця

Будь-яке наукове дослідження повинно виносити певні пропозиції, запровадження яких порівняно з існуючими, дасть кращі результати або, навпаки, погіршать ситуацію і їх недоцільно використовувати.

Це ж стосується і наших досліджень. Всі запропоновані нами новачки пройшли виробничу перевірку і показали кращі результати з нині існуючими методами. Зокрема, запропонований нами безполицевий обробіток ґрунту із застосуванням дискових знарядь під посів льону-довгунця, (табл. 7.4) – дешевший у порівнянні з контролем, де використовувався полицевий обробіток з такими операціями, як двократне лущення стерні, рання зяблева оранка і три різноглибинні культивації з боронуванням на 38,6–76,5 %. А це означає, що застосування нашого способу обробітку ґрунту на площі посіву льону-довгунця дозволить здешевити даний процес на 10,4 млн грн на всій площі посіву і, відповідно на цю суму знизиться собівартість вирощеної продукції за рахунок економії затрат на паливно-мастильні матеріали і металоємність технологічних операцій.

Багаторічне вивчення різних варіантів основного обробітку ґрунту на дерново-середньопідзолистих оглеєно-супіщаних та сірих лісових суглинкових ґрунтах, які найбільш широко використовуються під посів льону-довгунця, показало, що найбільш доцільним є спосіб основного обробітку ґрунту поверхневий із застосуванням дискових борін (Д 10–12) . На дерново-середньопідзолистому оглеєно-супіщаному ґрунті додатково отриманий чистий прибуток становить 82,15 грн, а на сірих – 336,85 грн, окупність затрат перевищує контроль і дає кращі результати порівняно з П 20 – 22. (табл. 7. 5).

Таблиця 7.4

Структура затрат на обробіток ґрунту, грн/га (за цінами на 1.01.1999)

№ з/п	Склад агрегату	Параметри		Паливно-мастильні матеріали	Оплата праці	Затрати на утри-мання основних засобів	Інші затрати	Прямі експлуатаційні затрати
		глибина, см	кількість проходів					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Контроль:	<i>Полицевий обробіток</i>						
1.	ДТ-75+ЛДГ-10	5–6	2	2,08	0,28	0,26	0,09	2,71
2.	ДТ-75+ПЛН-4-35	20–22	1	12,48	1,90	0,94	0,31	15,63
3.	МТЗ-82+КПС-4+БЗСС-10	8–10	3	9,75	1,32	1,70	0,08	12,85
	Всього	–	–	24,31	3,5	2,9	0,48	31,19
	Можливо:							
1.	Т-150К+ЛДГ-15	5–6	2	3,72	0,66	<u>0,33</u>	0,06	4,77
2.	Т-150К+ПЛН-5-35	20–22	1	15,34	1,26	1,24	0,40	18,24
3.	Т-150СП-11+2КПС-4+8БЗСС-1.0	8–10	3	6,63	0,64	1,53	0,34	9,14
	Всього	–	–	25,69	2,56	<u>3,1</u>	0,80	32,15

Продовження таблиці 7.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Безполицевий обробіток</i>								
1.	Т-150К+БДТ-10	10–12	3	6,24	0,86	0,39	0,09	7,58
	Контроль:	<i>Безполицевий обробіток</i>						
1.	Т-150+КПЭ-3,8+БИГ-3А	10–12	1	3,38	0,36	1,21	1,04	5,99
2.	Т-150+КПЭ-3,8	10–12	2	6,76	0,72	0,50	0,58	8,56
3.	ДТ-75+КПГ-2,2	20–22	1	3,38	0,36	0,50	0,95	5,19
	Всього	–	–	13,52	1,44	2,21	2,57	19,74
	Можливо:							
	Т-150+БДТ-7	10–12	1	6,24	0,86	1,35	0,88	9,33
	ДТ-75+КПГ-2,2	20–22	1	3,38	0,36	0,50	0,65	5,19
	Всього	–	–	9,62	1,22	1,85	1,83	14,52
	Контроль:	<i>Передпосівний обробіток ґрунту</i>						
	МТЗ-80+КПС-4+БЗСС-1,0	6–8	2	6,5	0,88	1,70	0,15	9,23
	ДТ-75+брус-вирівнювач	–	2	3,5	0,43	0,26	0,08	4,27
	МТЗ-80+3ККШ-6М	–	1	1,1	0,13	0,41	0,16	1,8
	Всього	х	х	11,1	1,44	2,37	0,39	15,3

Продовження таблиці 7.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	I-варіант							
1.	МТЗ-80+КПС-4+БЗСС-1,0	6–8	1	3,2	0,44	0,85	0,08	4,57
2.	МТЗ-80+РВК-3,6	6–8	1	3,6	0,68	0,46	0,18	4,92
	Всього	x	x	6,8	11,2	1,31	0,26	9,49
	II-варіант							
1.	Т-150+БДТ-10(ЛДТ-10)	6–8	1	2,08	0,28	1,35	0,88	4,59
2.	МТЗ-80+РВК-3,6	6–8	1	3,6	0,68	0,46	0,18	4,92
	Всього	x	x	5,68	0,96	1,81	1,06	9,51
	III-варіант							
1.	Т-150К+БДТ-10 (ЛДТ-10)	6–8	2	4,16	0,86	0,3	0,06	5,38
2.	Т-150К+ВПН-5,4+3ККШ-6М0	–	1	3,2	0,68	1,64	0,38	5,9
	Всього	x	x	7,36	1,54	1,94	0,44	11,28

Таблиця 7.5

Економічна ефективність основного обробітку ґрунту

Показники	Дерново – середньопідзолисті супішані (1981–1985 рр.)			Сірі лісові легкосуглинкові (1990–1998 рр.)		
	О 20–22	Д 10–12	П 20–22	О 20–22	Д 10–12	П 20–22
1. Урожайність, ц/га ; трести	36,1	37,8	36,7	40,8	44,6	42,7
насіння	3,6	3,5	3,4	4,3	5,1	3,9
2. Сортономер трести	1,37	1,42	1,54	1,51	1,73	1,30
3. Прибавка врожаю, ц/га; трести	–	1,7	0,6	–	3,88	1,9
насіння	–	0,1	0,2	–	0,8	0,4
4. Вартість прибавки врожаю, грн	–	90,47	17,67	–	346,09	83,8
5. Затрати на обробіток, грн	–	7,58	14,52	–	7,58	14,52
6. Затрати на збирання додатково отриманої продукції, грн	–	0,44	0,16	–	0,99	0,5
7. Затрати на виготовлення додатково отриманої продукції, грн	–	0,30	0,11	–	0,67	0,34
8. Всього затрат, грн	–	8,32	14,79	–	9,24	15,36
9. Умовно чистий прибуток, грн	–	82,15	2,88	–	336,85	68,44
10. Окупність, раз	–	9,87	0,2	–	36,4	4,6

Таблиця 7.6

**Економічна ефективність передпосівного обробітку ґрунту,
(середнє за 1980–1985рр.)**

Показники	Культивація з боронуванням +передпосівна культивация з боронуванням + вирівнювання +коткування (контроль)	Культивація з боронуванням +передпосівний обробіток комплексним агрегатом РВК-3,6	Рихлення дисковими знаряддями + передпосівний обробіток комплексним агрегатом РВК-3,6	Рихлення дисковими знаряддями + передпосівний обробіток комплексним агрегатом ВПН-5,6 +ЗККШ -6М
Урожайність, ц/га; трести	35,4	39,0	39,4	46,1
насіння	3,9	4,5	4,6	5,4
Сортономер трести	1,5	1,75	1,75	2,0
Вартість прибавки врожаю, грн	–	309,2	346,8	972,4
Затрати на обробіток, грн	–	9,5	9,51	11,28
Затрати на збирання додатково отриманої продукції, грн	–	0,94	1,04	2,80
Затрати на виготовлення додатково отриманої трести, грн	–	0,64	0,71	1,90
Всього додаткових затрат, грн	–	11,08	11,26	15,98
Умовно чистий прибуток, грн на 1 га	–	309,2	335,4	956,4
Окупність, раз	–	27,9	29,8	59,8

Таблиця 7.7

**Економічна ефективність глибокого рихлення меліорованих ґрунтів
(середнє за 1987–1990 рр.)**

Показники	Обробіток ґрунту на глибину, см			
	О20–22(К)	К+Р30–40	К+ Р60–70	К+ РК 30–40
Урожайність, ц/га ; трести	46,5	49,4	51,7	50,9
насіння	4,8	5,6	5,9	5,7
Сортономер трести	1,25	1,75	1,5	1,25
Прибавка врожаю, ц/га; соломи	–	2,9	5,2	4,4
насіння	–	0,8	1,1	0,9
Вартість прибавки врожаю, грн	–	280,71	333,14	423,14
Затрати на рихлення, грн	–	141,2	144,3	144,8
Затрати на збирання додат-ково отриманої продукції, грн	–	0,76	1,35	0,78
Затрати на виготовлення трести, грн	–	0,51	0,92	1,15
Всього затрат , грн	–	142,5	146,6	146,7
Умовно чистий прибуток , грн на 1 га	–	137,5	186,5	276,4
Окупність, раз	–	1,0	1,3	1,9

Таблиця 7.8

**Економічна ефективність льону-довгунця залежно від строків внесення мінеральних добрив
(середнє за 1981–1985 рр.)**

Показники	Полицевий обробіток ґрунту					Безполицевий обробіток ґрунту			
	Без добрив (контроль)	РК під оранку	РК після оранки	РК на- весні	1/2 РК восени + 1/2 РК на- весні	Без добрив (контроль)	РК восени	РК на- весні	1/2 РК восени + 1/2 РК на- весні
Урожайність ц/га; трести	30,0	36,0	36,9	35,0	32,9	32,5	39,7	37,0	35,4
насіння	4,1	4,9	5,2	5,4	5,2	4,5	6,1	5,7	5,7
Якість трести	1,0	1,75	1,75	1,50	1,25	1,25	1,75	1,75	1,50
Вартість прибавки врожаю, грн	–	415,3	476,6	307,8	156,4	–	512,2	325,3	198
Затрати на збирання прибавки, грн	–	306,5	306,8	306,1	306,4	–	307,0	306,1	306,5
Умовно чистий прибуток, грн	–	108,8	170,2	1,7	-149,9	–	205,2	19,2	
Окупність, раз	–	0,3	0,6	–	–	–	0,7	0,1	–

Таблиця 7.9

Економічна ефективність внесення мінеральних добрив (середнє за 1990–1998 рр.)

Показники	Обробіток ґрунту											
	оранка				дискування				плоскоріз			
	Мінеральні добрива											
	N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	N ₁₅ P ₄₅ K ₆₀	N ₁₅	без добрив	N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	N ₁₅ P ₄₅ K ₆₀	N ₁₅	без добрив	N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	N ₁₅ P ₄₅ K ₆₀	N ₁₅	без добрив
Урожайність, ц/га												
трести	40,2	41,2	37,7	36,2	43,3	42,2	37,3	34,1	40,6	38,9	35,9	34,6
насіння	4,8	5,0	4,6	4,6	5,3	5,3	4,7	4,4	4,5	4,4	4,3	3,9
Соргономер	1,75	1,75	1,25	1,25	1,75	1,75	1,25	1,25	1,75	1,75	1,25	1,25
Вартість прибавки врожаю, грн.	296,85	386,06	80,8	–	719,8	650,6	202,5	–	475,3	347,6	110,09	–
Затрати на добрива, грн.	304,2	152,12	26,64	–	304,2	152,12	26,67	–	304,2	152,12	26,64	–
Затрати на збирання прибавки, грн.	1,5	1,9	0,56	–	3,4	3,0	1,2	–	2,25	1,61	0,48	–
Всього затрат, грн.	305,7	154,02	27,2	–	307,6	155,1	27,87	–	306,45	153,73	27,12	–
Умовно чистий прибуток, грн.	8,85	232,04	23,6	–	412,2	495,5	174,7	–	168,3	193,87	82,97	–
Окупність, раз	–	1,5	2,0	–	1,3	3,2	6,3	–	0,5	1,3	0,3	–

На передпосівному обробітку ґрунту ми вивчали декілька варіантів проведення технологічних операцій. І хоча вони відрізняються один від одного кількістю проходів агрегатів по полю, складом сільськогосподарських машин, однак всі вони задовольняють вимоги технологічного процесу в порівнянні з контролем, де використовувались такі загальноприйняті операції, як закриття вологи, передпосівна культивування, вирівнювання та ущільнення.

За рахунок застосування комплексних агрегатів, зокрема в першому варіанті, де обробіток ґрунту проводили за два проходи з використанням РВК-3,6, отримано додатково чистий прибуток 309,2 грн з 1 га.

Другий варіант, у якому замість МТЗ-80+КПС-4+БЗСС-1,0 використовувались Т-150К+БДТ (ЛДГ-10) і комплексний агрегат РВК-3,6, або АРВ-8,1-0,1 дозволив здешевити весняний обробіток ґрунту на 5,79 грн/га, або на 12,2%; третій варіант, хоча і дорожчий за два попередніх, але забезпечує отримання найбільшого чистого прибутку (табл. 7.6).

Тому застосування широкозахватних агрегатів на ранньовесняному рихленні і комплексних агрегатів на передпосівному обробітку дозволяє зекономити на кожному гектарі по 647,2 грн, а на всій площі – 19,2 млн грн.

Таким чином, запропонований нами безполицевий і передпосівний обробіток ґрунту значно ефективніші у порівнянні з нині рекомендованими, і їх застосування дозволяє значно зменшити собівартість вирощуваної продукції льону-довгунця.

Вирощування льону-довгунця на меліоративних мінеральних ґрунтах та вологих низинах у всіх льононосних господарствах України є великим гарантом для отримання постійно високих врожаїв і резервом зростання виробництва льонопродукції. Як правило, ці ґрунти потребують додаткових агротехнічних заходів для регулювання фізико-механічних властивостей ґрунту і водного режиму, що пов'язано з глибоким підорним рихленням.

Чотирирічні дослідження показали, що найбільш ефективним способом рихлення підорного шару є глибоке рихлення з одноразовим кротуванням на глибину 30 – 40 см (табл. 7.7).

З даних таблиці 7.7 видно, що застосування глибокого рихлення дає позитивні результати, окупність вищезгаданих способів рихлення становить 1,0–1,9 раз.

Поряд з технологіями безполицевого основного та перед-посівного обробітку ґрунту вивчали строки і норми внесення мінеральних добрив, що безпосередньо пов'язано з живленням рослин, їх продуктивністю і якістю (табл. 7.8 і 7.9). Як видно з даних таблиці 7.8, найкращі результати одержані від внесення РК при полицевому обробітку після оранки та безполицевому восени.

Найбільший чистий прибуток отримано при внесенні РК восени на безполицевому обробітку ґрунту, який становить 205,2 грн/га.

У всіх варіантах внесення повної і половинної норми добрив отримано достовірну прибавку високоякісної льонопродукції.

Найвищу окупність показало внесення N_{15} при оранці і дискуванні, хоча був одержаний нижчий врожай трести і насіння льону-довгунця. До того ж, сортономер трести значно нижчий порівняно з іншими варіантами.

Уважно проаналізувавши матеріали таблиці, ми вважаємо, що оптимальні норми внесення мінеральних добрив при всіх способах обробітку ґрунту є $N_{15}P_{45}K_{60}$.

При вказаних нормах внесення мінеральних добрив отриманий високий врожай якісної продукції, що дозволяє одержувати додатковий прибуток.

Внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{90}K_{120}$ збільшує отримання високих врожаїв, навіть вищих, ніж в попередніх варіантах, але висока вартість мінеральних добрив знижує ефективність їх використання, а при оранці маємо навіть негативні результати.

Затрати на вирощування льону-довгунця та виготовлення льонотрести коливаються в межах 1800–2200 грн/га. У 2005 році закупівельна ціна 1 тонни льонотрести номерів 0,75; 1,0; 1,25; 1,5 становила відповідно 347, 524, 610 та 666 грн, а насіння – 2500 грн/т. У таких умовах, навіть з урахуванням державної дотації – 380 грн/га більшість товаровиробників зазнає збитків від вирощування льону-довгунця в межах 500–1550 грн.

Проте, на думку А.С. Малиновського [220], в зоні радіо-активного забруднення треста з врожайністю 2,5–3,0 т/га сорто-номером 1,5–1,75, враховуючи державну дотацію, забезпечує отримання 500–1100 грн/га чистого прибутку.

Економічний аналіз запропонованих заходів виготовлення льонотрести проводили з врахуванням її якості та приросту

урожаю насіння. Економічну оцінку способів виготовлення льонотрести проводили відповідно до сучасних методичних розробок з урахуванням цін, що склалися на льонопродукцію у 2003–2005 роках та відповідних змін вартості основних і обігових коштів. В табл. 7.10 наведено результати аналізу економічної ефективності застосування різних заходів покращання первинної переробки льону-довгунця.

Таблиця 7.10

Економічна ефективність способів виготовлення трести льону-довгунця, середнє за 2003–2005 рр.

Показник	Без підсіву трав		З підсівом трав	
	без обертання (контроль)	з обертанням	без обертання	з обертанням
Вартість валової продукції з 1 га, грн, у тому числі:	2433	2579	2864	3078
- трести	1358	1504	1664	1878
- насіння	1075	1075	1200	1200
Вартість приросту врожаю, грн/га	–	146	431	645
Всього прямих витрат, грн/га	–	48	120	168
Умовно чистий прибуток, грн/га	–	98	311	477
Вартість прибавки врожаю на 1 грн витрат, грн	–	3,0	3,6	3,8
Рентабельність підсіву трав і обертання, %	–	204	259	284

Необхідно зазначити, що вартість приросту врожаю, яка наведена в табл. 7.10, складається лише за рахунок покращання якості льонотрести, порівняно з контрольним варіантом досліду та незначного збільшення врожаю насіння у варіантах з підсівом трав і обертанням стрічок льоносоломи.

Підсів нещільнокущових злакових трав та додаткове обертання стрічки льону в процесі вилежування забезпечили

найвищу вартість приросту, що становить – 645 грн/га. У середньому за три роки досліджень максимальний умовно чистий прибуток – 477 грн/га також отримано у варіанті з підсівом трав і додатковим обертанням стрічки льонотрести.

Проте, у цьому ж варіанті були найбільші прямі витрати, що склалися з таких: на паливно-мастильні матеріали за проведення обертання стрічок льоносоломи; на насіння трав та на збирання і транспортування додатково отриманої продукції – 0,05 т/га насіння льону-довгунця.

Умовно чистий прибуток не характеризує у повній мірі той чи інший агрозахід, що застосовується у виробництві. Саме тому для детальної оцінки застосування сумісного посіву та обертання стрічок за мацератії ми розраховували рентабельність, яку визначали як відношення умовно чистого прибутку до прямих витрат. Рівень рентабельності змінювався від 204 до 284 %.

Узагальнюючи отримані дані, можна зробити висновок, що застосування сумісного посіву і додаткового обертання стрічки при вилежуванні льоносоломи дозволяє отримати високу вартість приросту врожаю з високим рівнем рентабельності розглянутих способів удосконалення росяного мочіння льоносоломи.

Результати виробничої перевірки і впровадження енергоресурсозберігаючої технології протягом 1989–1992рр. в агроекологічних умовах колгоспу “Червоний прапор” Червоноармійського району Житомирської області наведені в таблиці 7.11.

Таблиця 7.11

Економічна ефективність ресурсозберігаючої технології виробництва льону-довгунця в умовах колгоспу “Червоний прапор”, Червоноармійського району Житомирської області

Показники	Технологія вирощування	
	до впровадження (1986–1988 рр.)	після впровадження (1989–1992 рр.)
Площа посіву, га	120	120
Питома вага льону у структурі посівних площ, %	7,8	7,8
Питома вага льону в грошових надходженнях від рослинництва, %	3,9	75,0

Продовження таблиці 7.11

Питома вага льону в прибутку, збитку від рослинництва, %	-41,0	+88,0
Врожайність волокна, ц/га	2,0	8,4
Якість льонотрести, сортономер	0,56	1,24
Чистий прибуток, збиток, всього, млн крб	-0,44	1,18
Чистий прибуток, збиток, з 1 га, крб	-366,7	9833,3
Рівень рентабельності, збитковість, %	-80,0	179,0

З даних таблиці 7.11 видно, що за 5 років перевірки і впровадження розробленої нами технології, незалежно від погодних умов, врожайність волокна зросла з 2,0 до 8,4 ц/га, а якість льонотрести піднялась з 0,56 до середнього номеру 1,24. Кожен карбованець вкладений у виробництво льону за цією технологією забезпечив повернення затрат і отримання додатково 1,79 крб.

Розроблені агротехнічні прийоми енергоресурсозберігаючої технології дозволяють скоротити енергетичні витрати на 33,4%, а в цілому нова технологія забезпечує економію 3905 МДж.

Умовно чистий прибуток при застосуванні безполицевого обробітку на глибину 10–12 см на дерново-сеоредньопідзолисто-му оглеєносупіщаному ґрунті становить 82,15, сірому лісовому легкосуглинковому – 336,85 грн, на глибокому рихленні дерново-глеєвих ґрунтів – 276,4 грн, на передпосівному обробітку – 956,4 грн, на внесенні мінеральних добрив восени у профіль шару ґрунту 0–12 см в нормі $N_{15}P_{45}K_{90}$ – 700,2 грн.

Раціональне використання непоновлюваної та максимальне використання поновлювальної енергії – ефективний і пріоритетний напрям підвищення економіки сільськогосподарського виробництва.

Якщо в окремих видах робіт технологічного процесу або етапах їх показник матеріалізованої енергії значно зменшується без погіршення кінцевих результатів, то можна стверджувати, що інтенсивна технологія наближається до ресурсо- та енергозберігаючої.

Досягається це поліпшенням агрегування машин і механізмів, економією палива, заміною старої металоємної техніки на малометалоємну, зменшенням у технологічних процесах частки мінеральних добрив, пестицидів. Вони, як правило, дуже енергоємні і дорого коштують. Економне витрачання у земле-

робстві ресурсів обов'язково супроводжується і зберіганням енергії – так потрібної для збільшення виробництва сільсько-господарської продукції та збереження природи.

Не вдаючись до глибоких, побудованих на науковій основі аналізів у землеробстві, нерідко помилково оцінюються як ефективні нові швидко народжені агрозаходи, які дають ніби небувалий економічний ефект. За допомогою енергетичного аналізу можна легко виявити допущені помилки у дослідах.

Меліорація середовища для застосування інтенсивних ресурсо- і енергозберігаючих технологій потребує багато витрат ресурсів і не поновлюваної енергії. Практика показує, що значні розміри витрат на меліорацію середовища, яка проводиться на великих площах (господарство чи група господарств, район, регіон) або безпосередньо в інтенсивних технологіях, можуть бути зменшені і доведені до мінімальних. Цьому сприяє повсюдне освоєння науково обґрунтованих систем землеробства.

Витрати енергії на меліорацію середовища зростатимуть, особливо в господарствах, де занедбане землеробство. Проблема зберігання енергоємності ґрунту набуває все більшої ваги – тримати землі треба у стані високої родючості, не допускати зменшення їх енергоємності. У землеробстві довгий ланцюг факторів родючості починається з сівозмін.

Сучасні інтенсивні ресурсо- й енергозберігаючі технології мають поєднувати найновіші досягнення науки і передового досвіду та забезпечувати високу віддачу використовуваних матеріально-технічних засобів. Недотримання хоча б якоїсь ланки у загальному технологічному процесі призводить до зменшення врожаю та до більш різкого зниження рівня врожаю та рівня окупності витрат. Як показують дослідження, при запровадженні інтенсивних технологій витрати ресурсо-енергетичних засобів на одиницю площі посіву зростають, а на одиницю продукції – зменшуються, що відбувається за рахунок збільшення врожаю.

Отже, ми можемо зробити висновок, що розроблена нами технологія вирощування льону-довгунця дозволяє збільшити виробництво продукції як за рахунок підвищення врожайності, так і за рахунок покращення якості трести, що сприяє одержанню високого економічного ефекту.

ВИСНОВКИ

У роботі представлено наукове обґрунтування і вирішення важливої народногосподарської проблеми, що полягає в розробці ресурсозберігаючої технології вирощування льону-довгунця на автомоторних і гідроморфних ґрунтах за рахунок оптимізації технологічних процесів основного і передпосівного обробітку ґрунту, системи удобрення, щільності фітоценозу та умов первинної переробки за використання виявлених закономірностей росту, розвитку рослин у посівах протягом доби і вегетаційного періоду.

Ріст льону-довгунця є періодичним коливальним процесом з фазними, білядобовими (циркадними) і пульсуючими ритмами. В онтогенезі льону змінюється лише амплітуда коливань, а положення основних фаз і довжина напівперіодів добової періодичності росту залишаються без змін.

Тип добового росту льону має чітко виражений синусоїдальний вигляд з фазами максимуму у вечірні та мінімуму в ранкові години доби. Положення фази мінімуму припадає на 9-у годину з коливаннями у 2 години та період швидкого росту протягом 4–6 годин, з 17-ої до 22-ої години.

Характер добової періодичності та швидкості росту залежить від таких абіотичних факторів, що визначають інтенсивність фізіологічних процесів та вуглеводний обмін у рослинах. За період вегетації на рослинах льону формується 80–90 шт. листків, з площею кожного із них від 0,3 до 0,7 см², що забезпечує індекс асиміляційної поверхні 3–5. Період максимальної швидкості росту коливається у межах 4–6 годин і припадає на 17–22-у годину доби. Швидкість росту та загальний приріст рослин за добу протягом вегетаційного періоду становить у фазі сходів 0,2–0,4 мм/год і 5,9 мм за добу, “ялинку” – 0,53–0,61 і 14,6; швидкого росту – 1,1–2,5 і 60,8; бутонізації – 1,06–1,32 і 26,8; цвітіння – 0,52–,6 і 12,6; зеленої стиглості – 0,05–0,07 мм/год і 4,3 мм за добу.

Певної корелятивної залежності між добовою швидкістю росту і припливом фотосинтетичної активної радіації, істинним

фотосинтезом, температурою і вологістю повітря не існує. Однак має місце тісний зв'язок між швидкістю росту і вологістю повітря о 17-й і 21-й годинах, а також температурою повітря о 21-й годині. Коефіцієнт кореляції становить 0,83, 0,96 і 0,85.

Впродовж вегетаційного періоду існує постійний і високий кореляційний зв'язок між швидкістю росту і накопиченням цукрів. Коефіцієнт кореляції у фазі “ялинка” становить 0,91, у період швидкого росту – 0,82, бутонізації – 0,86 та цвітіння – 0,54.

Криві добової швидкості росту, температурного градієнту, припливу фотосинтетичної активної радіації не співпадають за часом, їх максимальні показники зміщені одна відносно інших на 5,5–6,5 годин, саме на період, впродовж якого в процесі фотосинтезу відбувається перетворення кінетичної енергії у потенційну.

Використання ауксанографічного методу у льонарстві як тесту ефективності технологічних операцій дозволяє виявити кращі агротехнічні прийоми технології вирощування льонудовгунця, які забезпечують високу урожайність культури а відтак і скорочення енерговитрат.

Поверхневий спосіб основного обробітку ґрунту на глибину 10–12 см оптимізує агрофізичний стан дерново-середньопідзолистих і сірих лісових ґрунтів. Завдяки зосередженню органічної речовини рослинних решток у верхньому шарі ґрунту створюється його оптимальна щільність ($1,32 \text{ г/см}^3$), а вологозапаси у метровому шарі перед сівбою становлять близько 200 мм.

Поверхневий обробіток дерново-середньопідзолистих ґрунтів забезпечує збільшення добового приросту льону у висоту в оптимальні за зволоженістю роки на 3,2 мм у порівнянні з оранкою при середньодобовій швидкості росту 1,64 мм/год., в посушливі роки – на 7,7 і 1,20 мм/год. На сірих лісових ґрунтах ці показники становлять відповідно 3,2 мм і 1,7 мм/год. та 7,8 мм і 1,29 мм/год.

Приріст врожаю соломи на дерново-середньопідзолистих оглеєносупіщаних ґрунтах при застосуванні поверхневого обробітку ґрунту становить 2,2, насіння 0,5 ц/га, а на сірих лісових легкосуглинкових відповідно – 5,4 і 0,6 ц/га в порівнянні з оранкою.

Безполицевий поверхневий обробіток ґрунту забезпечує отримання умовно чистого прибутку на дерново-середньопідзолистих ґрунтах 82,1, на сірих лісових – 336,8 грн з кожного гектара.

На дерново-глейових, осушених гончарним дренажем ґрунтах, застосування після оранки рихлення підорного шару на глибину 30–40 см створює діапазон щільності ґрунту 1,1–1,19 г/см³, шпаруватість 57,2% і збільшує коефіцієнт фільтрації на 0,14 м/добу, підтримує вологемність впродовж вегетаційного періоду в метровому шарі ґрунту на рівні 90–91% НВ, а запаси продуктивної вологи в межах 204–229 мм.

На фоні оранки глибоке рихлення сприяє кращому розвитку листової поверхні за рахунок збільшення кількості листків на рослині до 77 штук і завдяки зростанню загальної асиміляційної поверхні посіву – чиста продуктивність фотосинтезу у фазі бутонізації підвищується до 9,4–9,8 г/м² за добу, що на 2,5–2,9 г/м² більше, ніж лише при оранці.

Середньодобова швидкість росту за глибокого рихлення коливається в межах 1,5–1,6 мм/год., прискорення швидкості росту у порівнянні з оранкою становить 0,38–0,44 мм/год., а інтенсивний лінійний ріст відбувається протягом 9-и годин.

Основний обробіток дерново-глейових ґрунтів з наступним рихленням на глибину 30–40 і 60–70 см забезпечує отримання урожайності соломи в межах 50,9–51,7 ц/га, що на 4,4–5,2 ц більше, ніж при звичайній оранці.

Вказане рихлення у системі основного обробітку ґрунту дозволяє отримати умовно чистий прибуток з кожного гектара у розмірі 137,5–276,4 грн при окупності агрометеліоративних прийомів 1,0–1,9 раз.

Застосування для передпосівного обробітку ґрунту запропонованого нами удосконаленого комплексного агрегату ВПН-5,6+ЗКШШ-6М дозволяє скоротити удвічі кількість проходів техніки по полю, що забезпечує оптимальну щільність ґрунту – 1,3 г/см³ і рівномірне загортання насіння на глибину 1,82 см.

Створення оптимальних водно-фізичних властивостей ґрунту за рахунок удосконаленого передпосівного обробітку прискорює швидкість росту льону у висоту на 0,6 мм/год при середньо-

добовій швидкості – 1,6 мм/год., а врожайність волокна зростає на 3,3 ц/га.

На сірих лісових легкосуглинкових ґрунтах основний обробіток ґрунту дисковими знаряддями на глибину 10–12 см з внесенням фосфорно-калійних добрив у дозі $P_{90} K_{120}$ восени і N_{30} навесні забезпечує інтенсивний розвиток посівів, збільшення листової поверхні і чистої продуктивності фотосинтезу у порівнянні з оранкою без внесення добрив на 0,99 млн m^2 /дн. і 3,1 г/ m^2 добу та при внесенні $N_{15}P_{45}K_{60}$ відповідно на 0,78 млн m^2 /дн. і 1,5 г/ m^2 добу.

На безполицевому, поверхневий обробіток ґрунту з внесенням повної і половинної доз добрив восени сприяє інтенсивному синтезу загальних цукрів, що забезпечує приріст льону у висоту в розмірі 39,4 мм при середньодобовій швидкості росту 1,66 мм/год і максимальній – 2,57 мм/год.

На фоні орґано-мінеральної системи застосування добрив у сівзміні з внесенням безпосередньо під льон-довгунець мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{90}K_{120}$ приріст врожаю соломи, волокна і насіння становить: при оранці – 5,1–1,4–0,8, дискуванні – 12,4–2,7–0,7 і плоскорізнному обробітку – 7,6–2,0–0,6 ц/га. На фоні внесення половинної дози добрив ці показники мають відповідно такі значення: при оранці – 6,2–1,8–0,6, дискуванні – 0,2–2,6–0,9 і при плоскорізнному обробітку – 5,4–1,9–0,5 ц/га.

Для отримання 60–65 ц/га лляної соломи необхідно у першій половині вегетаційного періоду підтримувати вологість ґрунту в межах 75–85 % НВ і висівати 25 млн шт. схожих насінин на 1 га.

У льонотресті, що виготовлялась росяним мочінням на травах з додатковим обертанням, за рахунок усунення контакту з ґрунтом, зменшується маса домішок у 4 рази та питома активність ^{137}Cs на 28–50%. Завдяки цьому способи удосконалення росяного мочіння мали позитивний вплив на санітарно-гігієнічні умови праці персоналу льонозаводу.

Сумісний посів льону з травами родини *Roaseae* в умовах радіоактивного забруднення не впливає на урожай льонософорми, проте підвищує її якість на 0,25–0,50 сортомера. Завдяки такому способу посіву створюється щільний травостій на льонищі, що покращує умови росяного мочіння.

Строки вилежування льоносоломи на трав'яному покриві з наступним застосуванням обертання скоротилися на 5–6 днів порівняно з вилежуванням на льонищі без трав. Якість льонотрести покращилася на 0,16–0,58 сортономера порівняно з контрольним варіантом.

За рахунок покращення умов вилежування льоносоломи вихід волокна збільшився на 0,7–3,0%; його врожайність зросла на 0,06–0,07 т/га, а якість тіпаного льону покращилася на 2 сортономери.

Найвищий умовно чистий прибуток – 477 грн/га отримано за вилежування соломи льону-довгунця на трав'яному покриві, представленому кострицею лучною з обертанням стрічок, що забезпечило максимальний рівень рентабельності цих елементів росяного мочіння – 284 %.

Енергетична і економічна оцінка розробленої технології вирощування і первинної переробки льону-довгунця забезпечує економію енергоресурсів на 33,4 % у порівнянні зі звичайною, при коефіцієнті енергетичної ефективності 4,0 та отримання умовно чистого прибутку в межах 276,0–956,0 грн з 1 га.

Додаток А

Матеріали статистичного обробітку експериментальних даних за 1981–2005 рр.

А 1. Вивчення основного обробітку ґрунту і строків внесення мінеральних добрив (таблиці 1.1–1.40).

А 2. Вивчення агроеліоративних прийомів осушених ґрунтів (таблиці 2.1–2.12).

А 3. Вивчення основного обробітку сірого лісового легкосуглинкового ґрунту і норм внесення мінеральних добрив (таблиці 3.1–3.49).

А 4. Вивчення передпосівного обробітку ґрунту (таблиці 4.1–4.24).

А 5. Вивчення способів мацерації трести льону-довгунця (5.1–5.8).

А. 1. Вивчення основного обробітку ґрунту і строків внесення мінеральних добрив

А 1.1. Полицевий обробіток дерново-середньопідзолистого оглеєно-супіщаного ґрунту

<p>*</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Без добрив 2. РК восени під оранку 3. РК восени після оранки 4. РК навесні 5. 1/2 РК восени + 1/2 РК навесні 	<p>**</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Без добрив 2. РК восени 3. РК навесні 4. 1/2 РК восени + 1/2 РК навесні
---	--

Таблиця 1.1

Вихідні дані врожайності соломи (1982 р.)

*	1	2	3	4	Середнє
1	36,40	36,30	36,20	36,30	36,30
2	38,00	39,20	39,20	40,00	39,10
3	40,10	40,60	39,70	40,80	40,30
4	35,90	35,40	34,70	34,40	35,10
5	36,70	36,60	37,10	37,00	36,85

Загальна середня – 37,53.

Таблиця 1.2

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F-факт.	F-табл.
Загальна	76,422	19			
Повторення	0,358	3			
Варіанти	72,072	4	18,02	54,2	3,3
Залишок (помилки)	3,992	12	0,33		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 0,889 ц/га.

Таблиця 1.3

Вихідні дані врожайності насіння (1982 р.)

**	1	2	3	4	Середнє
1	4,80	3,20	4,00	4,80	4,20
2	4,70	4,10	4,20	4,60	4,40
3	4,90	4,10	4,70	4,90	4,65
4	5,40	5,00	5,70	5,70	5,45
5	5,60	5,60	5,80	5,80	5,70

Загальна середня – 4,88.

Таблиця 1.4

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F-факт.	F-табл.
Загальна	9,792	19			
Повторення	1,744	3			
Варіанти	6,972	4	1,74	19,4	3,3
Залишок (помилки)	1,076	12	0,09		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 0,461 ц/га.

А 1.2. Безполицевий обробіток дерново-середньопідзолистого оглеєно-супіщаного ґрунту

Таблиця 1.5

Вихідні дані врожайності соломи (1982 р.)

**	1	2	3	4	Середнє
1	40,00	39,60	38,00	39,50	39,27
2	42,50	40,20	44,60	40,80	42,02
3	36,50	34,80	35,60	35,60	35,62
4	35,50	34,00	34,00	31,20	33,68

Загальна середня – 37,65.

Таблиця 1.6

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	191,840	15			
Повторення	8,505	3			
Варіанти	166,730	3	55,58	30,1	3,9
Залишок (помилки)	16,605	9	1,85		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 2,173 ц/га.

Таблиця 1.7

Вихідні дані врожайності насіння (1982 р.)

**	1	2	3	4	Середнє
1	4,40	5,20	4,20	5,60	4,85
2	8,60	7,70	7,00	8,40	7,93
3	6,00	7,50	6,40	6,30	6,55
4	7,20	8,00	7,00	7,40	7,40

Загальна середня – 6,68.

Таблиця 1.8

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	26,484	15			
Повторення	2,137	3			
Варіанти	21,737	3	7,25	25,0	3,9
Залишок (помилки)	2,611	9	0,29		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 0,862 ц/га.

А 1.3.Полицевий обробіток дерново- середньопідзолистого оглеєно-супіщаного ґрунту

Таблиця 1.9
Вихідні дані врожайності соломи (1983 р.)

*	1	2	3	4	Середнє
1	45,90	46,60	45,50	47,10	46,27
2	57,20	55,30	56,30	58,40	56,80
3	58,90	57,50	58,40	60,20	58,75
4	58,30	56,90	57,80	59,60	58,15
5	53,70	54,80	49,10	51,80	52,35

Загальна середня – 54,47.

Таблиця 1.10
Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	468,825	19			
Повторення	10,881	3			
Варіанти	435,768	4	108,94	59,0	3,3
Залишок (помилки)	22,176	12	1,85		

Заданий рівень надійності = 0,950 НІР = 2,095 ц/га.

Таблиця 1.11
Вихідні дані врожайності насіння (1983 р.)

*	1	2	3	4	Середнє
1	4,70	4,50	4,80	4,90	4,73
2	5,70	5,40	5,30	6,00	5,60
3	6,30	6,10	6,20	6,60	6,30
4	7,20	6,90	6,70	6,80	6,90
5	6,00	5,40	5,70	5,70	5,70

Загальна середня – 5,84.

Таблиця 1.12

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	11,470	19			
Повторення	0,438	3			
Варіанти	10,6227	4	2,66	77,7	3,3
Залишок (помилки)	0,4101	12	0,03		

Заданий рівень надійності = 0,950 НІР = 0,285 ц/га.

А 1.4. Безполіцевий обробіток дерново-середньопідзолістого оглеєно-супіщаного ґрунту

Таблиця 1.13

Вихідні дані врожайності соломи (1983 р.)

**	1	2	3	4	Середнє
1	47,60	48,30	47,20	48,70	47,95
2	58,20	56,40	56,80	61,60	58,25
3	59,30	58,80	61,20	61,10	60,10
4	56,20	57,30	51,60	54,30	54,85

Загальна середня – 55,29.

Таблиця 1.14

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F – факт.	F – табл.
Загальна	385,218	15			
Повторення	9,943	3			
Варіанти	343,868	3	114,62	32,8	3,9
Залишок (помилки)	31,407	9	3,49		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 2,989 ц/га.

Таблиця 1.15

Вихідні дані врожайності насіння (1983 р.)

**	1	2	3	4	Середнє
1	4,70	5,00	5,30	4,60	4,90
2	5,30	5,60	5,90	5,20	5,50
3	5,90	5,40	6,00	5,50	5,70
4	5,00	5,30	5,60	4,90	5,20

Загальна середня – 5,32.

Таблиця 1.16

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт	F - табл
Загальна	2,630	15			
Повторення	0,9057	3			
Варіанти	1,470	3	0,49	17,3	3,9
Залишок (помилки)	0,255	9	0,03		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 0,269 ц/га.

А 1.5. Полицевий обробіток дерново-середньопідзолистого оглеєно-супіщаного ґрунту

Таблиця 1.17

Вихідні дані врожайності соломи (1984 р.)

*	1	2	3	4	Середнє
1	39,40	39,10	38,40	37,50	38,60
2	48,50	49,00	48,00	47,00	48,13
3	52,30	51,20	50,40	51,40	51,33
4	52,00	50,00	49,00	50,00	50,25
5	45,20	45,00	46,00	47,00	45,80

Загальна середня – 46,82.

Таблиця 1.18

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	422,872	19			
Повторення	3,532	3			
Варіанти	409,487	4	102,37	124,7	3,3
Залишок (помилки)	9,853	12	0,82		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 1,396 ц/га.

Таблиця 1.19

Вихідні дані врожайності насіння (1984 р.)

*	1	2	3	4	Середнє
1	3,60	3,90	3,80	3,40	3,68
2	5,00	4,90	4,70	5,00	4,90
3	6540	5,20	5,10	5,10	5,20
4	4,80	4,80	4,80	4,70	4,78
5	4,30	4,40	4,50	4,30	4,38

Загальна середня – 4,59

Таблиця 1.20

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	5,845	19			
Повторення	0,058	3			
Варіанти	5,543	4	1,39	67,9	3,3
Залишок (помилки)	0,2451	12	0,02		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 0,220 ц/га.

А 1.6. Безполицевий обробіток дерново-середньопідзолистого оглеєно-супіщаного ґрунту

Таблиця 1.21

Вихідні дані врожайності соломи (1984 р.)

**	1	2	3	4	Середнє
1	44,10	43,00	44,40	45,30	44,20
2	55,90	54,60	54,70	56,20	55,35
3	53,70	50,50	51,70	51,60	51,88
4	50,9	49,60	50,30	50,80	50,40

Загальна середня – 50,47.

Таблиця 1.22

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	270,443	11			
Повторення	6,476	3			
Варіанти	260,405	2	130,20	219,3	5,3
Залишок (помилки)	3,562	6	0,59		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 1,333 ц/га.

Таблиця 1.23

Вихідні дані врожайності насіння (1984 р.)

**	1	2	3	4	Середнє
1	4,45	4,40	4,50	4,60	4,50
2	5,60	5,40	5,50	5,60	5,52
3	5,40	4,90	5,20	5,20	5,17
4	4,90	4,90	4,80	4,80	4,85

Загальна середня – 5,01.

Таблиця 1.24

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	2,497	15			
Повторення	0,087	3			
Варіанти	2,312	3	0,77	71,2	3,9
Залишок (помилки)	0,097	9	0,01		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 0,167 ц/га.

А 1.7. Безполицевий обробіток дерново-середньопідзолистого оглеєно-супіщаного ґрунту

Таблиця 1.25

Вихідні дані врожайності соломи (1985 р.)

*	1	2	3	4	Середнє
1	46,70	43,70	44,10	44,80	44,82
2	53,60	56,20	53,00	54,30	54,27
3	55,40	56,00	56,70	58,60	56,68
4	49,00	46,70	49,50	48,40	48,40
5	47,10	46,70	46,10	46,60	46,62

Загальна середня – 50,16.

Таблиця 1.26

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	435,588	19			
Повторення	1,764	3			
Варіанти	413,738	4	103,43	61,8	3,3
Залишок (помилки)	20,086	12	1,67		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 1,994 ц/га.

Таблиця 1.27

Вихідні дані врожайності насіння (1985 р.)

*	1	2	3	4	Середнє
1	5,00	5,60	6,00	5,50	5,52
2	6,90	7,10	6,80	7,20	7,00
3	7,60	7,40	6,60	7,30	7,22
4	7,10	7,30	6,90	7,10	7,10
5	5,50	6,80	6,60	6,30	6,30

Загальна середня – 6,63.

Таблиця 1.28

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F-факт.	F-табл.
Загальна	10,402	19			
Повторення	0,466	3			
Варіанти	8,167	4	2,04	13,9	3,3
Залишок (помилки)	1,769	12	0,15		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 0,592 ц/га.

А 1.8. Безполицевий обробіток дерново-середньопідзолистого оглеєно-супіщаного ґрунту

Таблиця 1.29

Вихідні дані врожайності соломи (1985 р.)

**	1	2	3	4	Середнє
1	45,40	46,10	45,50	45,70	45,68
2	55,00	58,70	58,40	57,30	57,35
3	50,50	52,60	54,30	52,40	52,45
4	48,10	48,20	50,50	48,90	48,93

Загальна середня – 51,10.

Таблиця 1.30

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	319,860	15			
Повторення	12,275	3			
Варіанти	300,185	3	1000,06	121,7	3,9
Залишок (помилки)	7,400	9	0,82		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 1,451 ц/га.

Таблиця 1.31

Вихідні дані врожайності насіння (1985 р.)

**	1	2	3	4	Середнє
1	5,50	4,50	6,60	5,50	5,52
2	7,30	9,90	7,10	8,10	8,10
3	6,10	9,30	7,40	7,60	7,60
4	6,10	7,60	7,00	6,90	6,90

Загальна середня – 7,03.

Таблиця 1.32

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	28,414	15			
Повторення	4,962	3			
Варіанти	15,007	3	5,00	5,3	3,9
Залишок (помилки)	8,446	9	0,94		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 1,550 ц/га.

А 1.9. Полицевий обробіток дерново-середньопідзолистого оглеєно-супіщаного ґрунту

Таблиця 1.33

Вихідні дані врожайності соломи (середня за 1982-1985 рр.)

*	1982	1983	1984	1985	Середнє
1	36,30	46,27	38,60	44,82	41,50
2	39,10	56,80	48,13	54,27	49,57
3	40,30	58,75	51,33	56,68	51,77
4	35,10	58,15	50,25	48,40	47,98
5	36,80	52,35	45,80	46,62	45,39

Загальна середня – 47,24.

Таблиця 1.34

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	1109,859	19			
Повторення	776,770	3			
Варіанти	251,430	4	62,86	9,2	3,3
Залишок (помилки)	81,659	12	6,80		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 4,020 ц/га.

Таблиця 1.35

Вихідні дані врожайності насіння (середнє за 1982–1985 рр.)

*	1982	1983	1984	1985	Середнє
1	4,20	4,73	3,68	5,52	4,53
2	4,40	5,60	4,90	7,00	5,48
3	4,65	6,30	5,20	7,22	5,84
4	5,45	6,90	4,78	7,10	6,06
5	5,70	5,70	4,38	6,30	5,52

Загальна середня – 5,49.

Таблиця 1.36

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	20,848	19			
Повторення	13,037	3			
Варіанти	5,457	4	1,36	7,0	3,3
Залишок (помилки)	2,354	12	0,20		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 0,683 ц/га.

А 1.10. Безполицевий обробіток дерново-середньопідзолистого оглеєно-супіщаного ґрунту

Таблиця 1.37

Вихідні дані врожайності соломи

**	1982	1983	1984	1985	Середнє
1	39,27	47,95	44,20	45,68	44,28
2	42,02	58,25	55,35	57,35	53,24
3	35,62	60,10	51,88	52,45	50,01
4	33,68	54,85	50,40	48,93	46,97

Загальна середня – 48,62.

Таблиця 1.38

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	965,222	15			
Повторення	697,562	3			
Варіанти	179,698	3	59,90	6,1	3,9
Залишок (помилки)	87,962	9	9,77		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 5,002 ц/га.

Таблиця 1.39

Вихідні дані врожайності насіння

**	1982	1983	1984	1985	Середнє
1	4,85	4,90	4,50	5,52	4,94
2	7,93	5,50	5,52	8,10	6,76
3	6,35	5,70	5,17	7,60	6,25
4	7,40	5,20	4,85	6,90	6,09

Загальна середня – 6,01.

Таблиця 1.40

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	22,000	15			
Повторення	11,847	3			
Варіанти	7,087	3	2,36	6,9	3,9
Залишок (помилки)	3,065	9	0,34	0,34	

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 0,934 ц/га.

А 2. Вивчення агроеліоративних прийомів осушених ґрунтів

Таблиця 2.1

Вихідні дані врожайності соломи (1987р.)

**	1	2	3	4	середнє
1	45,70	47,20	46,30	46,80	46,50
2	48,50	50,10	49,90	49,10	49,40
3	52,20	52,00	51,00	51,60	51,70
4	51,40	51,10	50,20	50,80	50,88

Загальна середня – 49,62.

Таблиця 2.2

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	67,264	15			
Повторення	1,337	3			
Варіанти	62,737	3	20,91	59,0	3,9
Залишок (помилки)	3,191	9	0,35		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 0,953 ц/га.

Примітка: 1) Оранка на 20–22 см (контроль);

2) Контроль + рихлення 30–40 см;

3) Контроль + рихлення на 60–70 см;

4) Контроль + рихлення + кротування на 30–40 см.

Таблиця 2.3

Вихідні дані врожайності соломи (1988 р.)

N	1	2	3	4	середнє
1	47,30	47,40	47,50	47,60	47,45
2	49,10	50,80	48,70	50,90	49,88
3	52,00	52,70	51,60	52,60	52,22
4	50,60	52,30	50,20	52,40	51,38

Загальна середня – 50,23.

Таблиця 2.4

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	61,214	15			
Повторення	6,017	3			
Варіанти	52,582	3	17,53	60,3	3,9
Залишок (помилки)	2,616	9	0,29		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР – 0,863 ц/га.

Таблиця 2.5

Вихідні дані врожайності соломи

N	1	2	3	4	середнє
1	46,70	44,90	45,10	44,80	45,38
2	49,30	50,80	51,30	49,00	50,10
3	52,20	52,90	51,80	52,80	52,43
4	51,80	52,00	51,50	51,60	51,72

Загальна середня – 49,91.

Таблиця 2.6

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	128,009	15			
Повторення	0,782	3			
Варіанти	120,887	3	40,30	57,2	3,9
Залишок (помилки)	6,341	9	0,70		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 1,343 ц/га.

Таблиця 2.7

Вихідні дані врожайності соломи (1990 р.)

N	1	2	3	4	середнє
1	45,60	46,70	46,60	46,90	46,45
2	47,80	49,40	48,20	48,80	48,55
3	49,90	51,40	51,30	50,70	50,83
4	50,80	48,80	50,70	49,40	49,93

Загальна середня – 48,94.

Таблиця 2.8

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	50,318	15			
Повторення	1,033	3			
Варіанти	43,503	3	14,50	22,6	3,9
Залишок (помилки)	5,782	9	0,64		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР= 1,283 ц/га.

Таблиця 2.9

Вихідні дані врожайності соломи (середнє за 1987–1990 рр.)

N	1987	1988	1989	1990	середнє
1	46,50	47,40	45,40	46,40	46,43
2	49,40	49,00	50,10	49,30	49,45
3	51,70	52,20	52,40	50,80	51,78
4	50,80	51,40	51,70	49,90	50,95

Загальна середня – 49,65.

Таблиця 2.10

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F – факт.	F – табл.
Загальна	72,660	15			
Повторення	1,960	3			
Варіанти	66,585	3	22,19	48,5	3,9
Залишок (помилки)	4,115	9	0,46		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР =1,082 ц/га.

Таблиця 2.11

Вихідні дані врожайності насіння (середнє за 1987–1990 рр.)

N	1987	1988	1989	1990	Середнє
1	3,90	4,70	4,30	4,70	4,40
2	4,00	4,90	5,30	5,10	4,83
3	4,70	5,30	5,70	4,30	5,00
4	4,90	5,10	5,30	4,70	5,00

Загальна середня – 4,81.

Таблиця 2.12

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	3,749	15			
Повторення	1,412	3			
Варіанти	0,962	3	0,32	2,1	3,9
Залишок (помилки)	1,376	9	0,15		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 0,626 ц/га.

P = 13,02%

А 3. Вивчення основного обробітку сірого лісового легкосуглинкового ґрунту і норм внесення мінеральних добрив

Таблиця 3. 1
Вихідні дані врожайності соломи (1990 р.)

Фактори		Повторення		
A	B	1	2	3
1	1	62,7	59,7	65,8
	2	67,2	62,9	68,7
	3	61,2	62,7	69,4
	4	61,2	64,9	64,9
2	1	61,8	64,7	63,9
	2	63,2	63,2	64,7
	3	63,2	65,4	75,0
	4	55,9	58,8	51,5
3	1	67,8	75,0	75,0
	2	66,2	64,8	68,4
	3	58,8	60,3	61,0
	4	58,8	55,9	55,9

Таблиця 3.2
*Результати дисперсійного аналізу двофакторного дослідження 3 *4*

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	968,93	35	—	—	—
Повторення	57,98	2	—	—	—
Факторна	723,91	11	65,81	7,7	2,3
Фактор А	19,09	2	9,54	1,1	3,7
Фактор В	319,08	3	106,36	12,5	3,1
Взаємодія АВ	385,74	6	64,29	7,6	2,5
Залишок (помилки)	187,04	22	8,50		

Таблиця 3.3

Середнє значення і НІР

Фактор А	Фактор В				Середнє за А
	1	2	3	4	
1	62,7	66,3	64,4	63,7	64,3
2	63,5	63,7	67,9	55,4	62,6
3	72,6	66,5	60,0	56,9	64,0
Середнє за В	66,3	65,5	64,1	58,6	63,6

Найменші суттєві різниці при рівні надійності 0,950:

НІР = 4,94 ц/га для оцінки суттєвої різниці поодиноких середніх;

НІР = 2,47 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором А;

НІР = 4,94 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором В і АВ.

Таблиця 3.4

Вихідні дані врожайності насіння (1990 р.)

Фактори		Повторення		
А	В	1	2	3
1	1	4,4	4,2	4,3
	2	4,6	4,8	4,9
	3	4,0	4,4	4,8
	4	3,5	3,6	3,7
2	1	4,3	5,1	4,8
	2	4,7	5,2	5,4
	3	4,2	5,0	4,7
	4	3,9	3,5	4,5
3	1	3,6	3,9	4,2
	2	3,7	3,8	4,2
	3	3,5	3,7	4,4
	4	2,6	2,5	2,7

Таблиця 3.5

Результати дисперсійного аналізу двофакторного дослідю 3 *4

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F – факт.	F – табл.
Загальна	17,27	35	–	–	–
Повторення	1,31	2	–	–	–
Факторна	14,66	11	1,33	22,4	2,3
Фактор А	6,77	2	3,38	57,0	3,7
Фактор В	7,38	3	2,46	41,5	3,1
Взаємодія АВ	0,51	6	0,08	1,4	2,5
Залишок (помилки)	1,31	22	0,06		

Таблиця 3.6

Середнє значення і НІР

Фактор А	Фактор В				Середнє по А
	1	2	3	4	
1	4,3	4,8	4,4	3,6	4,3
2	4,7	5,1	4,6	4,0	4,6
3	3,9	3,9	3,9	2,6	3,6
Середнє по В	4,3	4,6	4,3	3,4	4,1

Найменші суттєві різниці при рівні надійності 0,950:

НІР = 0,41 ц/га для оцінки суттєвої різниці поодиноких середніх;

НІР = 0,21 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором А;

НІР = 0,24 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором В і АВ.

Таблиця 3. 7

Вихідні дані врожайності соломи (1991 р.)

Фактори		Повторення		
А	В	1	2	3
1	1	49,0	50,8	44,0
	2	48,5	45,6	38,4
	3	55,1	33,8	43,1
	4	46,2	57,2	40,6
2	1	48,3	50,9	59,9
	2	57,0	55,9	49,9
	3	46,4	57,4	36,3
	4	63,7	56,6	51,7
3	1	57,3	61,1	60,1
	2	64,7	51,6	58,3
	3	57,4	57,3	53,0
	4	58,8	58,6	53,6

Таблиця 3.8

Результати дисперсійного аналізу двофакторного дослідю 3 *4

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F – факт.	F – табл.
Загальна	2037,62	35	–	–	–
Повторення	182,50	2	–	–	–
Факторна	1065,58	11	96,87	2,7	2,3
Фактор А	818,78	2	409,39	11,4	3,7
Фактор В	147,79	3	49,26	1,4	3,1
Взаємодія АВ	99,02	6	16,50	0,5	2,5
Залишок (помилки)	789,53	22	35,89		

Таблиця 3.9

Середнє значення і НІР

Фактор А	Фактор В				Середнє за А
	1	2	3	4	
1	47,9	44,2	44,0	48,0	46,0
2	53,0	54,3	46,7	57,3	52,8
3	59,5	58,2	55,9	57,0	57,6
Середнє за В	53,5	52,2	48,9	54,1	52,2

Найменші суттєві різниці при рівні надійності 0,950:

НІР = 10,15 ц/га для оцінки суттєвої різниці поодиноких середніх;

НІР = 5,07 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором А;

НІР = 5,86 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором В і АВ.

Таблиця 3. 10

Вихідні дані врожайності насіння (1991 р.)

Фактори		Повторення		
А	В	1	2	3
1	1	2,8	2,4	2,5
	2	2,8	2,9	2,1
	3	2,6	2,4	2,3
	4	2,7	2,5	2,5
2	1	3,6	4,1	3,0
	2	3,6	4,1	4,6
	3	3,4	4,4	4,3
	4	3,1	2,3	3,1
3	1	3,4	3,8	3,8
	2	3,8	3,4	3,7
	3	2,6	3,3	2,9
	4	3,1	3,0	2,6

Таблиця 3. 11

Результати дисперсійного аналізу двофакторного досліду 3 *4

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F факт.	F табл.
Загальна	15,45	35	–	–	–
Повторення	0,07	2	–	–	–
Факторна	12,19	11	1,11	7,7	2,3
Фактор А	7,46	2	3,73	25,7	3,7
Фактор В	2,23	3	0,74	5,1	3,1
Взаємодія АВ	2,51	6	0,42	2,9	2,5
Залишок (помилки)	3,19	22	0,14		

Таблиця 3.12

Середні значення і НІР

Фактор А	Фактор В				Середнє за А
	1	2	3	4	
1	2,6	2,6	2,4	2,6	2,5
2	3,6	4,1	4,0	2,8	2,6
3	3,7	3,6	2,9	2,9	3,3
Середнє за В	3,3	3,4	3,1	2,8	3,2

Найменші суттєві різниці при рівні надійності 0,950:

НІР = 0,64 ц/га для оцінки суттєвої різниці поодиноких середніх ;

НІР = 0,32 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором А ;

НІР = 0,37 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором В і АВ.

Таблиця 3. 13

Вихідні дані врожайності соломи (1992 р.)

Фактори		Повторення		
А	В	1	2	3
1	1	52,0	51,0	53,0
	2	54,0	53,0	55,0
	3	46,0	48,0	50,0
	4	54,0	50,0	52,0
2	1	63,0	61,0	65,0
	2	57,0	57,0	60,0
	3	48,0	48,0	51,0
	4	57,0	50,0	55,0
3	1	61,0	61,0	58,0
	2	61,0	54,0	56,0
	3	48,0	48,0	45,0
	4	58,0	56,0	51,0

Таблиця 3. 14

Результати дисперсійного аналізу двофакторного дослідження 3*4

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Ф - факт.	Ф-табл.
Загальна	912,75	35	—	—	—
Повторення	20,67	2	—	—	—
Факторна	782,75	11	71,16	14,3	2,3
Фактор А	129,50	2	64,75	13,0	3,7
Фактор В	542,75	3	180,92	36,4	3,1
Взаємодія АВ	110,50	6	18,42	3,7	2,5
Залишок (помилки)	109,33	22	4,97		

Таблиця 3.15

Середнє значення і НІР

Фактор А	Фактор В				Середнє за А
	1	2	3	4	
1	52,0	54,0	48,0	52,0	51,5
2	63,0	58,0	49,0	54,0	56,0
3	60,0	57,0	47,0	55,0	54,8
Середнє за В	58,3	56,3	48,0	53,7	54,1

Найменші суттєві різниці при рівні надійності 0,950:

НІР = 3,78 ц/га для оцінки суттєвої різниці поодиноких середніх;

НІР = 1,89 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором А;

НІР = 2,18 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором В і АВ.

Таблиця 3.16

Вихідні дані врожайності насіння (1992 р.)

Фактори		Повторення		
А	В	1	2	3
1	1	4,8	4,9	4,7
	2	4,9	4,7	5,1
	3	4,3	4Д	4,5
	4	4,7	4,7	5,0
2	1	5,8	4,9	5,5
	2	5,0	4,8	5,2
	3	4,3	4,1	4,8
	4	5,1	5,3	4,9
3	1	4,9	4,7	4,7
	2	4,2	4,0	4,7
	3	4,0	4,4	3,9
	4	4,5	4,1	4,6

Таблиця 3. 17

Результати дисперсійного аналізу двофакторного досліду 3*4

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	6,64	35	–	–	–
Повторення	0,36	2	–	–	–
Факторна	4,99	11	0,45	7,7	2,3
Фактор А	2,04	2	1,02	17,4	3,7
Фактор В	2,49	3	0,83	14,1	3,1
Взаємодія АВ	0,46	6	0,08	1,3	2,5
Залишок (помилки)	1,29	22	0,06		

Таблиця 3.18

Середнє значення і НІР

Фактор А	Фактор В				Середнє за А
	1	2	3	4	
1	4,8	4,9	4,3	4,8	4,7
2	5,4	5,0	4,4	5,1	5,0
3	4,8	4,3	4,1	4,4	4,4
Середнє за В	5,0	4,7	4,3	4,8	4,7

Найменші суттєві різниці при рівні надійності 0,950:

НІР = 0,41 ц/га для оцінки суттєвої різниці поодиноких середніх;

НІР = 0,21 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором А;

НІР = 0,24 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором В і АВ.

Таблиця 3.19

Вихідні дані врожайності соломи (1993р.)

Фактори		Повторення		
А	В	1	2	3
1	1	28,4	31,5	29,9
	2	38,4	37,1	34,0
	3	34,3	36,1	35,2
	4	37,7	33,4	35,5
2	1	35,4	37,4	36,4
	2	44,8	44,0	48,6
	3	42,2	43,2	38,2
	4	35,5	36,5	36,0
3	1	39,1	42,1	39,1
	2	38,0	39,6	38,6
	3	39,4	42,6	39,5
	4	37,3	36,5	36,9

Таблиця 3.20

Результати дисперсійного аналізу двофакторного дослідження 3*4

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	580,04	35	–	–	–
Повторення	6,76	2	–	–	–
Факторна	511,32	11	46,48	16,5	2,3
Фактор А	216,97	2	108,49	38,5	3,7
Фактор В	143,56	3	47,85	17,0	3,1
Взаємодія АВ	150,79	6	25,13	8,9	2,5
Залишок (помилки)	61,96	22	2,82		

Таблиця 3.21

Середнє значення і НІР

Фактор А	Фактор В				Середнє за А
	1	2	3	4	
1	29,9	36,5	35,2	35,5	34,3
2	36,4	45,8	41,2	36,0	39,8
3	40,1	38,7	40,5	36,9	39,1
Середнє за В	35,5	40,3	39,0	36,1	37,7

Найменші суттєві різниці при рівні надійності 0,950:

НІР = 2,84 ц/га для оцінки суттєвої різниці поодиноких середніх;

НІР = 1,42 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором А;

НІР = 1,64 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором В і АВ.

Таблиця 3.22

Вихідні дані врожайності насіння (1993 р.)

Фактори		Повторення		
А	В	1	2	3
1	1	3,4	3,5	3,6
	2	4,2	4,6	4,4
	3	4,0	4,0	4,6
	4	4,1	4,2	4,6
2	1	4,6	4,4	4,2
	2	5Д	5,7	5,4
	3	5,0	5,1	4,6
	4	4,0	4,5	4,4
3	1	4,9	4,9	4,6
	2	4,4	4,7	4,7
	3	5,0	5,0	4,7
	4	4,2	4,3	4,7

Таблиця 3.23

Результати дисперсійного аналізу двофакторного дослідю 3*4

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Ф-факт.	Ф - табл.
Загальна	8,63	35	–	–	–
Повторення	0,19	2	–	–	–
Факторна	7,29	11	0,66	12,6	2,3
Фактор А	3,04	2	1,52	28,9	3,7
Фактор В	1,95	3	0,65	12,4	3,1
Взаємодія АВ	2,31	6	0,38	7,3	2,5
Залишок (помилки)	1,15	22	0,05		

Таблиця 3.24

Середнє значення і НІР

Фактор А	Фактор В				Середнє за А
	1	2	3	4	
1	3,5	4,4	4,2	4,3	4Д
2	4,4	5,4	4,9	4,3	4,8
3	4,8	4,6	4,9	4,4	4,7
Середнє за В	4,2	4,8	4,7	4,3	4,5

Найменші суттєві різниці при рівні надійності 0,950:

НІР = 0,39 ц/га для оцінки суттєвої різниці поодиноких середніх;

НІР = 0,19 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором А;

НІР = 0,22 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором В і АВ.

Таблиця 3.25

Вихідні дані врожайності соломи (1994р.)

Фактори		Повторення		
A	B	1	2	3
1	1	34,4	31,7	34,0
	2	40,4	40,6	38,4
	3	32,4	31,6	30,5
	4	28,5	28,9	22,7
2	1	41,5	43,0	42,9
	2	38,4	36,0	36,7
	3	27,0	30,4	28,8
	4	26,7	23,9	25,3
3	1	42,2	46,6	46,0
	2	49,4	48,0	41,2
	3	50,0	51,1	44,4
	4	45,2	44,1	44,9

Таблиця 3.26

Результати дисперсійного аналізу двофакторного дослідю 3*4

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	2313,05	35	–	–	–
Повторення	22,67	2	–	–	–
Факторна	2189,45	11	199,04	43,4	2,3
Фактор А	1349,43	2	674,72	147,1	3,7
Фактор В	441,93	3	147,31	32,1	3,1
Взаємодія АВ	398,08	6	66,35	14,5	2,5
Залишок (помилки)	100,93	22	4,59		

Таблиця 3.27

Середнє значення і НІР

Фактор А	Фактор В				Середнє за А
	1	2	3	4	
1	33,4	39,8	31,5	26,7	32,8
2	42,5	37,0	28,7	25,3	33,4
3	44,9	46,2	48,5	44,7	46,1
Середнє за В	40,3	41,0	36,2	32,2	37,4

Найменші суттєві різниці при рівні надійності 0,950:

НІР = 3,63 ц/га для оцінки суттєвої різниці поодиноких середніх

НІР = 1,81 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором А

НІР = 2,09 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором В і АВ

Таблиця 3.28

Вихідні дані врожайності насіння (1994 р.)

Фактори		Повторення		
А	В	1	2	3
1	1	3,2	3,5	3,2
	2	4,1	3,9	4,0
	3	2,9	3,2	3,1
	4	2,8	2,8	2,5
2	1	4,2	4,4	4,0
	2	3,6	3,5	3,8
	3	2,9	2,9	2,7
	4	2,4	2,4	2,7
3	1	4,4	4,6	4,5
	2	4,6	4,8	4,4
	3	4,6	4,8	5,0
	4	4,6	4,4	4,5

Таблиця 3.29

Результати дисперсійного аналізу двофакторного досліду 3*4

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	22,78	35	–	–	–
Повторення	0,04	2	–	–	–
Факторна	22,18	11	2,02	79,3	2,3
Фактор А	13,96	2	6,98	274,5	3,7
Фактор В	4,20	3	1,40	55,1	3,1
Взаємодія АВ	4,02	6	0,67	26,3	2,5
Залишок (помилки)	0,56	22	0,03		

Таблиця 3.30

Середнє значення і НІР

Фактор А	Фактор В				Середнє за А
	1	2	3	4	
1	3,3	4,0	3,1	2,7	3,3
2	4,2	3,6	2,8	2,5	3,3
3	4,5	4,6	4,8	4,5	4,6
Середнє за В	4,0	4,1	3,6	3,2	3,7

Найменші суттєві різниці при рівні надійності 0,950:

НІР = 0,27 ц/га для оцінки суттєвої різниці поодиноких середніх;

НІР = 0,14 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором А;

НІР = 0,16 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором В

і АВ Обчислено за програмою <ANOVA -2> на ПК ІВМ РС/ХТ.

Таблиця 3.31

Вихідні дані врожайності соломи (1995р.)

Фактори		Повторення		
А	В	1	2	3
1	1	53,9	61,9	65,3
	2	54,7	56,0	53,3
	3	43,5	50,7	50,1
	4	39,4	41,9	46,9
2	1	50,1	60,8	50,7
	2	51,7	51,2	58,1
	3	51,3	47,4	48,7
	4	47,5	48,8	48,5
3	1	48,4	49,0	50,2
	2	44,0	36,5	39,5
	3	34,7	49,3	37,9
	4	48,7	44,8	38,3

Таблиця 3.32

Результати дисперсійного аналізу двофакторного дослідження 3*4

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	1716,54	35	–	–	–
Повторення	39,58	2	–	–	–
Факторна	1269,42	11	115,40	6,2	2,3
Фактор А	500,66	2	250,33	13,5	3,7
Фактор В	497,91	3	165,97	9,0	3,1
Взаємодія АВ	270,85	6	45,14	2,4	2,5
Залишок (помилки)	407,54	22	18,52		

Таблиця 3.33

Середнє значення і НІР

Фактор А	Фактор В				Середнє за А
	1	2	3	4	
1	60,4	54,7	48,1	42,7	51,5
2	53,9	53,7	49,1	48,3	51,2
3	49,2	40,0	40,6	43,9	43,4
Середнє за В	54,5	49,4	46,0	45,0	48,4

Найменші суттєві різниці при рівні надійності 0,950:

НІР = 7,29 ц/га для оцінки суттєвої різниці поодиноких середніх ;

НІР = 3,64 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором А ;

НІР = 4,21 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором В і АВ.

Таблиця 3.34

Вихідні дані врожайності насіння (1995 р.)

Фактори		Повторення		
А	В	1	2	3
1	1	6,3	5,9	6,3
	2	5,6	5,7	6,1
	3	4,8	4,4	4,7
	4	4,0	4,4	4,2
2	1	5,8	5,2	5,2
	2	5,3	5,4	5,5
	3	5,0	5,1	4,6
	4	4,7	4,9	4,8
3	1	4,0	4,7	4,2
	2	4,1	4,5	4,0
	3	3,8	3,9	4,4
	4	3,5	3,6	3,7

Таблиця 3. 35

**Результати дисперсійного аналізу двофакторного
дослідю 3*4**

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	21,32	35	–	–	–
Повторення	0,04	2	–	–	–
Факторна	19,86	11	1,81	27,9	2,3
Фактор А	10,23	2	5,12	79,0	3,7
Фактор В	7,08	3	2,36	36,4	3,1
Взаємодія АВ	2,55	6	0,43	6,6	2,5
Залишок (помилки)	1,42	22	0,06		

Таблиця 3. 36

Середнє значення і НІР

Фактор А	Фактор В				Середнє за А
	1	2	3	4	
1	6,2	5,8	4,6	4,2	5,2
2	5,4	5,4	4,9	4,8	5,1
3	4,3	4,2	4,0	3,6	4,0
Середнє за В	5,3	5,1	4,5	4,2	4,8

Найменші суттєві різниці при рівні надійності 0,950:

НІР = 0,43 ц/га для оцінки суттєвої різниці поодиноких середніх;

НІР = 0,22 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором А;

НІР = 0,25 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором В і АВ.

Таблиця 3.37

Вихідні дані врожайності насіння (1997р.)

Фактори		Повторення		
А	В	1	2	3
1	1	30,8	31,6	35,6
	2	40,2	36,0	37,2
	3	32,0	36,3	38,2
	4	30,0	30,0	35,6
2	1	44,8	42,4	48,6
	2	47,2	56,4	45,2
	3	32,5	31,6	31,6
	4	31,0	31,2	31,7
3	1	22,2	23,1	21,6
	2	26,0	21,2	23,2
	3	21,0	19,2	19,4
	4	18,7	19,1	18,0

Таблиця 3. 38

Результати дисперсійного аналізу двофакторного дослідю 3 *4

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Ф - факт.	Ф - табл.
Загальна	3245,88	35			
Повторення	4,28	2			
Факторна	3075,17	11	279,56	37,0	2,3
Фактор А	2183,43	2	1091,71	144,3	3,7
Фактор В	514,06	3	171,35	22,6	3,1
Взаємодія АВ	377,68	6	62,95	8,3	3,1
Залишок (помилки)	166,44	22	7,57		

Таблиця 3. 39

Середнє значення і НІР

Фактор А	Фактор В				Середнє за А
	1	2	3	4	
1	32,7	37,8	35,5	31,9	34,5
2	45,3	49,6	31,3	39,5	
3	22,3	23,5	19,9	18,6	21,1
Середнє за В	33,4	37,0	29,1	27,3	31,7

Найменші суттєві різниці при рівні надійності 0,950:

НІР = 4,66 ц/га для оцінки суттєвої різниці поодиноких середніх;

НІР = 2,33 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором А;

НІР = 2,69 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором В і АВ.

Таблиця 3. 40

Вихідні дані врожайності насіння (1997 р.)

Фактори		Повторення		
А	В	1	2	3
1	1	8,4	7,9	7,3
	2	8,7	7,2	8,8
	3	8,7	7,2	8,8
	4	5,6	5,0	5,6
2	1	8,1	7,7	7,9
	2	7,3	8,9	8,4
	3	5,2	5,6	5,4
	4	5,8	5,6	5,5
3	1	3,6	3,5	3,7
	2	4,4	4,0	4,2
	3	2,7	2,9	4,3
	4	2,4	2,6	2,2

Таблиця 3.41

Результати дисперсійного аналізу двофакторного дослідження 3*4

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	162,68	35			
Повторення	0,70	2			
Факторна	155,38	11	14,13	47,1	2,3
Фактор А	144,04	2	57,02	189,9	3,7
Фактор В	30,13	3	10,04	33,5	3,1
Взаємодія АВ	11,21	6	1,87	6,2	2,5
Залишок (помилки)	6,60	22	0,30		

Таблиця 3.42

Середнє значення і НІР

Фактор А	Фактор В				Середнє за А
	1	2	3	4	
1	7,9	8,2	8,2	5,4	7,4
2	7,9	8,2	5,4	5,6	6,8
3	3,6	4,2	3,3	2,4	3,4
Середнє за В	6,5	6,9	5,6	4,5	5,9

Найменші суттєві різниці при рівні надійності 0,950:

НІР = 0,93 ц/га для оцінки суттєвої різниці поодиноких середніх;

НІР = 0,46 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором А;

НІР = 0, ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором В і АВ.

Таблиця 3.43

Вихідні дані врожайності насіння (1998р.)

Фактори		Повторення		
А	В	1	2	3
1	1	81,0	77,5	77,0
	2	76,5	71,0	75,0
	3	66,6	71,5	68,5
	4	59,0	62,5	64,0
2	1	71,0	68,0	70,0
	2	62,5	59,5	55,5
	3	45,5	45,0	50,5
	4	45,0	33,5	41,0
3	1	65,0	60,0	51,5
	2	57,0	55,5	56,5
	3	46,5	45,0	47,5
	4	34,0	35,5	31,5

Таблиця 3.44

Результати дисперсійного аналізу двофакторного дослідження 3*4

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	6675,65	35			
Повторення	30,31	2			
Факторна	6402,94	11	582,09	52,8	2,3
Фактор А	3195,70	2	1597,85	145,0	3,7
Фактор В	2967,98	3	989,33	89,8	3,1
Взаємодія АВ	239,26	6	39,88	3,6	2,5
Залишок (помилки)	242,40	22	11,02		

Таблиця 3.45

Середнє значення і НІР

Фактор А	Фактор В				Середнє за А
	1	2	3	4	
1	78,5	74,2	68,9	61,8	70,8
2	69,7	59,2	47,0	39,8	53,9
3	58,8	56,3	46,3	33,7	48,8
Середнє за В	69,0	63,2	54,1	45,1	57,8

Найменші суттєві різниці при рівні надійності 0,950:

НІР = 5,62 ц/га для оцінки суттєвої різниці поодиноких середніх;

НІР = 2,81 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором А;

НІР = 2,35 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором В і АВ.

Таблиця 3.46

Вихідні дані врожайності насіння (1998 р.)

Фактори		Повторення		
А	В	1	2	3
1	1	5,8	5,9	5,3
	2	5,9	5,7	5,0
	3	6,1	6,0	5,5
	4	4,9	4,8	4,7
2	1	5,6	5,4	6,4
	2	6,2	6,4	6,3
	3	6,9	6,6	7,0
	4	5,7	5,0	5,5
3	1	6,2	5,8	5,7
	2	6,4	6,1	6,2
	3	6,7	6,6	6,2
	4	5,7	5,4	5,3

Таблиця 3.47

**Результати дисперсійного аналізу двофакторного
досліду 3 *4**

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	12,21	35			
Повторення	0,42	2			
Факторна	9,99	11	0,91	11,1	2,3
Фактор А	2,78	2	1,39	17,0	3,7
Фактор В	6,57	3	2,19	26,8	3,1
Взаємодія АВ	0,64	6	0,11	1,3	2,5
Залишок (помилки)	1,80	22	0,08		

Таблиця 3.48

Середнє значення і НІР

Фактор А	Фактор В				Середнє за А
	1	2	3	4	
1	5,7	5,5	5,9	4,8	5,5
2	5,8	6,3	6,8	5,4	6,1
3	5,9	6,2	6,5	5,5	6,0
Середнє за В	5,8	6,0	6,4	5,2	5,9

Найменші суттєві різниці при рівні надійності 0,950:

НІР = 0,48 ц/га для оцінки суттєвої різниці поодиноких середніх ;

НІР = 0,24 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором А;

НІР = 0,28 ц/га для оцінки суттєвої різниці середніх за фактором В і АВ.

Таблиця 3.49

**Вивчення основного обробітку сірого лісового
легкосуглинкового ґрунту і норм внесення мінеральних
добрів (середнє за 1990–1998 рр.)**

НІР-0,95	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1997	1998	Середнє
Солома									
За фактором А	2,47	5,07	1,89	1,42	1,81	3,64	2,33	2,81	2,68
За фактором В і АВ	4,91	5,86	2,18	1,64	2,09	4,21	2,69	3,25	3,36
Насіння									
За фактором А	0,21	0,32	0,21	0,19	0,14	0,22	Г 0,46	0,24	0,25
За фактором В і АВ	0,24	0,37	0,24	0,22	0,16	0,25	0,54	0,28	0,27

А 4.Вивчення передпосівного обробітку ґрунту

Таблиця 4.1

Вихідні дані врожайності соломи (1981 р.)

N	1	2	3	4	Середнє
1	54,50	48,10	43,80	52,30	49,67
2	49,50	55,80	51,40	57,00	53,43
3	42,90	53,20	54,60	52,50	50,80
4	58,30	57,90	58,40	60,00	58,65

Загальна середня – 53,14.

Таблиця 4.2

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	384,858	15			
Повторення	41,127	3			
Варіанти	191,693	3	63,90	3,8	3,9
Залишок (помилки)	152,073	9	16,89		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 6,576 ц/га.

Примітка:

1 – Культивуація з боронуванням +передпосівна культивуація з боронуванням +вирівнювання + коткування (контроль);

2 – культивуація з боронуванням +передпосівний обробіток агрегатом РВК-3,6;

3 – рихлення дисковими знаряддями +передпосівний обробіток агрегатом РВК-3,6;

4 –рихлення дисковими знаряддями +передпосівний обробіток агрегатом ВПН-5,6 +ЗККШ-6М.

Таблиця 4.3

Вихідні дані врожайності насіння (1981 р.)

N	1	2	3	4	Середнє
1	4,30	3,90	3,80	4,30	4,08
2	4,60	4,30	4,50	5,10	4,63
3	4,00	4,80	5,00	4,50	4,58
4	5,00	6,90	5,90	4,50	5,58

Загальна середня – 4,71.

Таблиця 4.4

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	9,177	15			
Повторення	0,582	3			
Варіанти	4,717	3	1,57	3,6	3,9
Залишок (помилки)	3,888	9	0,43		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 1,052 ц/га.

Таблиця 4.5

Вихідні дані врожайності соломи (1982 р.)

N	1	2	3	4	Середнє
1	45,80	39,60	40,00	39,70	41,27
2	48,40	49,10	48,30	48,10	48,47
3	47,30	53,60	51,80	51,90	51,15
4	57,60	57,80	58,70	55,10	57,30

Загальна середня – 49,55.

Таблиця 4.6

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт	F - табл
Загальна	585,920	15			
Повторення	4,085	3			
Варіанти	529,015	3	176,34	30,0	3,9
Залишок (помилки)	52,820	9	5,87		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 3,876 ц/га.

Таблиця 4.7

Вихідні дані врожайності насіння (1982 р.)

N	1	2	3	4	Середнє
1	4,20	3,70	3,60	3,90	3,85
2	3,90	4,80	4,60	4,70	4,50
3	4,70	4,70	4,90	4,70	4,75
4	5,20	5,60	5,60	4,50	5,22

Загальна середня – 4,58.

Таблиця 4.8

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	5,484	15			
Повторення	0,187	3			
Варіанти	3,937	3	1,31	8,7	3,9
Залишок (помилки)	1,361	9	0,15		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 0.622 ц/га.

Таблиця 4.9

Вихідні дані врожайності соломи (1983 р.)

N	1	2	3	4	Середнє
1	40,10	37,80	36,30	40,50	38,67
2	42,70	46,60	41,60	44,40	43,82
3	41,10	43,20	49,70	49,80	45,95
4	56,30	57,40	57,10	54,70	56,38

Загальна середня – 46,21.

Таблиця 4.10

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт	F - табл.
Загальна	753,809	15			
Повторення	10,592	3			
Варіанти	663,437	3	221,15	24,9	3,9
Залишок (помилки)	79,781	9	8,86		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 4,76 ц/га.

Таблиця 4.11

Вихідні дані врожайності насіння (1983 р.)

N	1	2	3	4	Середнє
1	3,90	3,70	3,50	3,70	3,70
2	3,80	4,30	4,20	4,50	4,20
3	4,20	4,60	4,30	4,30	4,35
4	4,90	5,10	5,50	5,10	5,15

Загальна середня – 4,35.

Таблиця 4.12

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	4,960	15			
Повторення	0,125	3			
Варіанти	4,340	3	1,45	26,3	3,9
Залишок (помилки)	0,495	9	0,06		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 0.375 ц/га.

Таблиця 4.13

Вихідні дані врожайності соломи (1984 р.)

N	1	2	3	4	Середнє
1	47,70	44,10	43,40	50,10	46,32
2	49,30	50,30	46,50	47,80	48,47
3	42,80	47,40	54,30	52,50	49,25
4	60,60	59,80	58,50	56,30	58,80

Загальна середня – 50,71.

Таблиця 4.14

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт	F - табл.
Загальна	496,897	15			
Повторення	5,602	3			
Варіанти	367,212	3	122,40	8,9	3,9
Залишок (помилки)	124,082	9	13,79		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 5,94 ц/га.

Таблиця 4.15

Вихідні дані врожайності насіння (1984 р.)

N	1	2	3	4	Середнє
1	4,10	3,90	3,70	4,00	3,93
2	4,00	4,70	4,50	4,80	4,50
3	4,50	4,90	4,50	4,40	4,58
4	5,00	5,20	5,90	5,40	5,38

Загальна середня – 4,59.

Таблиця 4.16

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	5,329	15			
Повторення	0,202	3			
Варіанти	4,267	3	1,42	14,9	3,9
Залишок (помилки)	0861	9	0,10		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 0,49 ц/га.

Таблиця 4.17

Вихідні дані врожайності соломи (1985 р.)

N	1	2	3	4	Середнє
1	45,40	40,90	39,30	56,40	45,50
2	46,60	47,20	49,20	54,20	49,30
3	44,40	51,60	51,10	50,30	49,35
4	59,70	59,10	56,30	52,40	56,88

Загальна середня – 50,26.

Таблиця 4.18

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F – факт.	F - табл.
Загальна	553,619	15			
Повторення	51,537	3			
Варіанти	272,662	3	90,89	3,6	3,9
Залишок (помилки)	229,421	9	25,49		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 8.08 ц/га.

Таблиця 4.19

Вихідні дані врожайності насіння (1985 р.)

N	1	2	3	4	Середнє
1	4,00	3,80	3,90	4,10	3,95
2	4,20	4,90	4,70	4,90	4,67
3	4,60	4,90	4,90	4,60	4,75
4	5,40	5,70	5,60	5,50	5,55

Загальна середня – 4,73.

Таблиця 4.20

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	5,654	15			
Повторення	0,182	3			
Варіанти	5,137	3	1,71	45,9	3,9
Залишок (помилки)	0,336	9	0,04		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 0.311 ц/га.

Таблиця 4.21

Вихідні дані врожайності соломи (середня за 1984–1985 рр.)

N	1981	1982	1983	1984	1985	Середнє
1	49,70	41,30	38,70	46,30	45,50	44,30
2	53,40	48,50	43,80	48,50	49,30	48,70
3	50,80	51,10	45,90	49,20	49,30	49,26
4	58,60	57,30	56,40	58,80	56,90	57,60

Загальна середня – 49,97.

Таблиця 4.22

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	605,426	19			
Повторення	99,818	4			
Варіанти	462,414	3	154,14	42,8	3,5
Залишок (помилки)	43,194	12	3,60		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 2,615 ц/га.

Таблиця 4.23

Урожайність льону-довгуця залежно від передпосівного обробітку ґрунту (середнє за 1981–1985 р. р.)

I	1981	1982	1983	1984	1985	Середнє
1	4,10	3,80	3,70	3,90	3,90	3,88
2	4,60	4,50	4,20	4,50	4,70	4,50
3	4,60	4,70	4,30	4,60	4,70	4,58
4	5,60	5,20	5,10	5,40	5,50	5,36

Загальна середня – 4,58.

Таблиця 4.24

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F - факт.	F - табл.
Загальна	6,032	19			
Повторення	0,407	4			
Варіанти	5,524	3	1,84	218,8	3,5
Залишок (помилки)	0,101	12	0,01		

Заданий рівень надійності = 0,950.

НІР = 0,126 ц/га.

A5. Вивчення способів мацерації льону-довгунця

*Способи вилежування трести соломи й урожайність волокна
льону-довгунця у 2003 році, т/га*

Параметри досліджу:

Кількість рівнів за фактором А:	3
Кількість рівнів за фактором В:	2
Кількість повторень:	4
Рівень статистичної надійності:	0,95

Таблиця 5.1

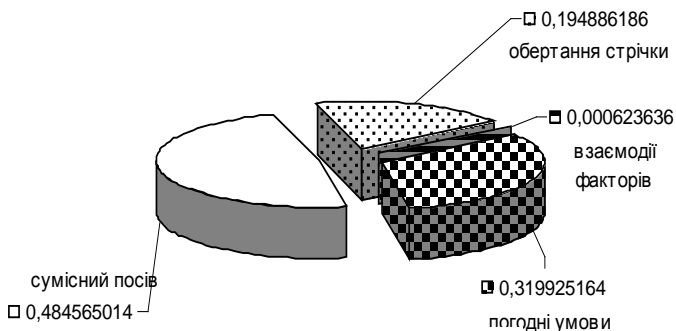
Рівень фактора		Повторення				сума	середнє
Фактор А	Фактор Б	1	2	3	4		
Чистий посів	Обертання	0,7	0,69	0,69	0,68	2,76	0,69
	без обертання	0,69	0,65	0,68	0,66	2,68	0,67
Льон + пажитниця	Обертання	0,7	0,71	0,71	0,68	2,8	0,7
	без обертання	0,68	0,68	0,69	0,67	2,72	0,68
Льон + костриця	Обертання	0,74	0,73	0,72	0,73	2,92	0,73
	без обертання	0,73	0,71	0,67	0,72	2,83	0,7075

Таблиця 5.2

Результати дисперсійного аналізу двофакторного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Fфакт	F05
Загальна (Су)	0,0133625	23			
Повторень (Ср)	0,0009458	3			
Варіантів (Сv)	0,0090875	5	0,0018175	8,1889862	2,9
Фактора А (Са)	0,006475	2	0,0032375	14,586984	3,6
Фактора В (Св)	0,0026042	1	0,0026042	11,733417	4,54
Взаємодії АВ (Сав)	8,333E-06	2	4,167E-06	0,0187735	3,6
Залишкова (Сz)	0,0033292	15	0,0002219		

IP_{05} загальна=0,022438.
 HP_{05} фактору А=0,015866.
 HP_{05} фактору В=0,012955.
 $S_{x\%}$ =2,13972.



Частка впливу факторів

Способи вилежування соломи й урожайність волокна льону-довгуincia у 204 році, т/га

Параметри дослідження:

Кількість рівнів за фактором А:	3
Кількість рівнів за фактором В:	2
Кількість повторень:	4
Рівень статистичної надійності:	0,95

Таблиця 5.3

Рівень фактора		Повторення				сума	середнє
Фактор А	Фактор Б	1	2	3	4		
Чистий посів	Обертання	0,86	0,85	0,86	0,87	3,44	0,86
	без обертання	0,84	0,84	0,83	0,84	3,35	0,8375
Льон + пажитниця	Обертання	0,93	0,92	0,94	0,93	3,72	0,93
	без обертання	0,91	0,92	0,93	0,92	3,68	0,92
Льон + костриця	Обертання	0,91	0,92	0,94	0,92	3,69	0,9225
	без обертання	0,93	0,93	0,92	0,93	3,71	0,9275

Таблиця 5.4

Результати дисперсійного аналізу двофакторного дослідження

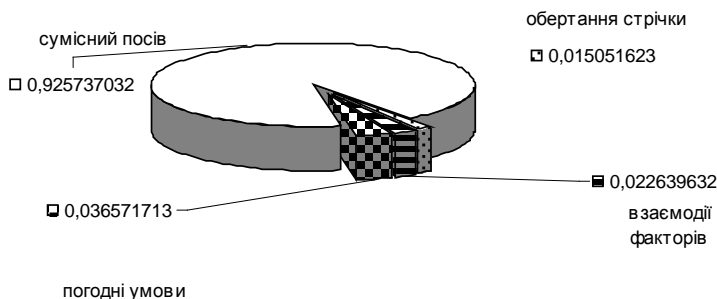
Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Fфакт	F05
Загальна (Су)	0,0334958	23			
Повторень (Ср)	0,0002125	3			
Варіантів (Сv)	0,0322708	5	0,0064542	95,617284	2,9
Фактора А (Са)	0,0310083	2	0,0155042	229,69136	3,6
Фактора В (Св)	0,0005042	1	0,0005042	7,4691358	4,54
Взаємодії АВ (Сав)	0,0007583	2	0,0003792	5,617284	3,6
Залишкова (Сz)	0,0010125	15	6,75E-05		

HIP_{05} загальна=0,012374.

HIP_{05} фактору А=0,00875.

HIP_{05} фактору В=0,007144.

$S_{x\%}$ =0,913294.



Частка впливу факторів

Способи вилежування соломи й урожайність волокна льону-довгунця у 2005 році, т/га

Параметри дослідження:

Кількість рівнів за фактором А:	3
Кількість рівнів за фактором В:	2
Кількість повторень:	4
Рівень статистичної надійності:	0,95

Таблиця 5.5

Рівень фактора		Повторення				сума	середнє
Фактор А	Фактор Б	1	2	3	4		
Чистий посів	Обертання	0,82	0,77	0,81	0,77	3,17	0,7925
	без обертання	0,78	0,8	0,76	0,76	3,1	0,775
Льон + пажитниця	Обертання	0,84	0,8	0,82	0,83	3,29	0,8225
	без обертання	0,85	0,87	0,84	0,86	3,42	0,855
Льон + костриця	Обертання	0,84	0,87	0,84	0,86	3,41	0,8525
	без обертання	0,8	0,83	0,83	0,81	3,27	0,8175

Таблиця 5.6

Результати дисперсійного аналізу двофакторного дослідю

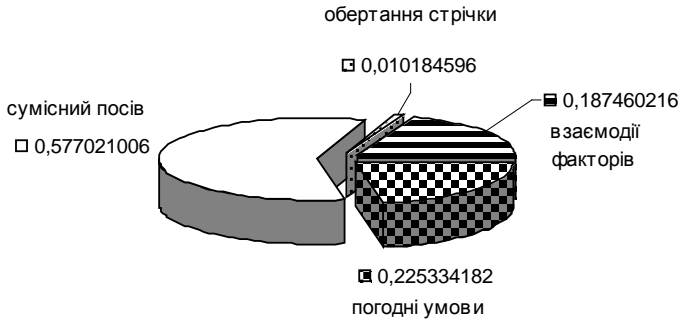
Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Fфакт	F05
Загальна (Су)	0,0261833	23			
Повторень (Ср)	0,0002833	3			
Варіантів (Сv)	0,0202833	5	0,0040567	10,833828	2,9
Фактора А (Са)	0,0151083	2	0,0075542	20,174332	3,6
Фактора В (Св)	0,0002667	1	0,0002667	0,7121662	4,54
Взаємодії АВ (Сав)	0,0049083	2	0,0024542	6,5541543	3,6
Залишкова (Сz)	0,0056167	15	0,0003744		

HP_{05} загальна=0,029145.

HP_{05} фактору А=0,020608.

HP_{05} фактору В=0,016827.

$S_{x\%}$ =2,362226.



Частка впливу факторів

Таблиця 5.7

Питома цезієва активність ґрунту (шар 0–20 см) за роки досліджень в ПСП ім. В.П. Чкалова Коростенського району Житомирської області, Бк/кг

Варіант дослідю	Бк/кг
Чистий посів льону-довгунця без обертання трести	154
Чистий посів льону-довгунця з обертанням трести	169
Льон-довгунець + пажитниця без обертання трести	152
Льон-довгунець + пажитниця з обертанням трести	158
Льон-довгунець + костриця без обертання трести	154
Льон-довгунець з обертанням трести	158

Таблиця 5.8

Питома цезієва активність ґрунту (шар 0–20 см) за роки досліджень СТОВ Україна Народицького району Житомирської області, Бк/кг

Варіант дослідю	Бк/кг
Чистий посів льону без обертання трести	750
Чистий посів льону з обертанням трести	757
Льон-довгунець + пажитниця без обертання трести	753
Льон-довгунець + пажитниця з обертанням трести	757
Льон-довгунець + костриця без обертання трести	746
Льон-довгунець + костриця з обертанням трести	757

Додаток Б

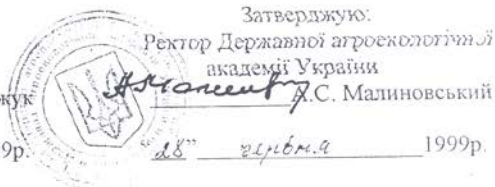
Б 1. Акт впровадження в сільськогосподарських підприємствах зони Полісся України.

Б 2. Акт впровадження в головному управлінні агропромислового розвитку Житомирської облдержадміністрації.

Б 3. Акт впровадження в Управлінні агропромислового розвитку Ємільчинського райдержуправління житомирської області.

Б 4. Акт впровадження в Україні агропромислового розвитку Новоград-Волинського райдержуправління Житомирської області.

Б 1.



Акт впровадження

1. Назва організації, де запроваджена наукова робота.
Колективні сільськогосподарські підприємства зони Полісся України
2. Назва заходу, по якому плану впроваджувався.
Продуктивний процес і оптимізація енергоресурсозберігаючої технології вирощування льону-довгуця. Відомчий план.
3. Коротка характеристика та назва заходу.
Вперше за допомогою ауксонографії встановлено закономірності росту льону-довгуця в онтогенезі, виявлені оптимальні параметри швидкості росту, як інтегрального показника продуктивності. Теоретично обґрунтована і впроваджена енергоресурсозберігаюча технологія яка базується на системі безпозлицевого, поверхневого обробітку ґрунту з одноразовим внесенням мінеральних добрив на глибину 10-12 см.
4. Ким прийнято рішення на запровадження.
Вченою радою Державної агроекологічної академії "31" вересня 1999р.
5. Рік та об'єм впровадження.
Впроваджене 1986-1996 рр. на площі 13.2 тис.га.
6. Основні показники ефективності заходу.
Зменшення енергосмістості на 1011МДж при коефіцієнті ефективності 6,5 підвищення врожайності на 8-10% з рентабельністю 179%.
7. Відповідальні:
а) від Міністерства АПК України *[Підпис]*
б) Державної агроекологічної академії України В.Г. Дідора *[Підпис]*

Б 2.

ПОГОДЖЕНО
Ректор (проректор) вузу

“ 20 ” _____ 2008 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ
Керівник організації

“ 20 ” _____ 2008 р.



Акт впровадження

Результатів завершених науково-дослідних, дослідно-конструкторських і технологічних робіт

Замовник Головне управління агропромислового розвитку Житомирської облдержадміністрації
Житомирської області
(назва організації)

(прізвище, ім'я і по батькові керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результат роботи Агроекологічне обґрунтування технології виробництва продукції льону-довгунця за номером державної реєстрації 0105V002014
(назва теми, № держ. реєстрації)

Виконаної в Державному агроекологічному університеті
(назва вузу, НДІ, КБ)

вартість _____ тис. грн

(цифрами і прописком)

яка виконувалась впродовж 2004-2007 рр.

(строки виконання)

Впроваджені в господарствах зони Полісся Житомирської області

(назва підприємства, де здійснювалось впровадження)

4. Вид впровадження результатів Технологія вирощування та первинної переробки льону-довгунця
(технологія, виробництво виробу, роботи, технології або функціонування системи)

2. Характеристика обсягів впровадження

Масове впровадження

(унікальне, різове, партія, масове, серійне)

3. Форма впровадження

наукова консультація, моніторинг

Методика (метод) широкогазузеве впровадження

4. Новизна результатів науково дослідних робіт

принципово нові розробки

(іноваторські, принципово нові, якісно нові, модифікації,

отримання екологічно чистої продукції

модернізація старих розробок)

5. Дослідно-промислова перевірка перевірка результатів досліджень впродовж 30 років у льоно-
(вказати номер і дату актів випробування, назва підприємства, період)

сіючих господарствах зони Полісся України

6. Впроваджені у:

- промислове виробництво в господарствах різної форми власності зони Полісся
Житомирської області

(дільниця, цех, цехи процесу)

- проєктні роботи _____

(вказати об'єкт, підприємство)

7. Річний економічний ефект

очікуваний рівень рентабельності 180%

(від впровадження у виробництво)

фактичний рівень рентабельності 179%

(від впровадження у виробництво)

8. Питома економічна ефективність впровадження результатів становить 35% від всіх грошових надходжень галузі льону

9. Обсяг впровадження 1400 га, що забезпечує отримання 1198 тис. грн, що становить _____% від обсягу впровадження взятого в основу розрахунку гарантованого економічного ефекту розрахованого по закінченню НДР.

10. Соціальний і науково-технічний ефект отримання продукції, що задовольняє санітарно-гігієнічним вимогам України, забезпечення робочих місць і працевлаштування
(охорона навколишнього середовища, надір, покращення та оздоровлення умов праці,
робочих місць на льонозаводах
удосконалення структури управління, науково-технічних напрямків, спеціальні призначення і т. д.)

ПРИМІТКА: Повний розрахунок фактичного річного економічного ефекту і довідка про соціальний ефект складається і затверджується окремо від акту впровадження.

Від вузу

Проректор з НДР
В. Г. Ділора Надточій П.П.
Керівник НДР
В. Г. Ділора Ділора В.Г.

Від підприємства

Головний економіст
В. С. Савицький
Головний бухгалтер
М. С. Роговська

Відповідальний за впровадження

Б 3.

ПОГОДЖЕНО
Ректор (проректор) вузу

“ ” 200 р



ЗАТВЕРДЖУЮ
Керівник організації

“ ” 200 р



Акт впровадження

Результатів завершених науково-дослідних, дослідно-конструкторських і технологічних робіт

Замовник Управління агропромислового розвитку Сміличинського райдержуправління Житомирської області
(назва організації)

(прізвище, ім'я і по батькові керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результат роботи Агроекологічне обґрунтування технології виробництва продукції льону-довгуниця за номером державної реєстрації 0105V002014
(назва теми, № держ. реєстрації)

Виконаної в Державному агроекологічному університеті
(назва вузу, НДІ, КБ)

вартість _____ тис. грн

(цифрами і прописом)

яка виконувалась впродовж 2004-2007 рр.
(строки виконання)

Впроваджені на Сміличинському льонозаводі
(назва підприємства, де здійснювалось впровадження)

2. Вид впровадження результатів Технологія вирощування та первинної переробки льону-довгуниця
(технологія, виробництво виробу, роботи, технології або функціонування системи)

2. Характеристика обсягів впровадження

Масове впровадження
(унікальне, разове, партія, масове, серійне)

3. Форма впровадження

наукова консультація, моніторинг

Методика (метод) широкогалузеве впровадження

4. Новизна результатів науково дослідних робіт

принципово нові розробки
(піонерські, принципово нові, якісно нові, модифікації, отримання екологічно чистої продукції, модернізація старих розробок)

5. Дослідно-промислова перевірка перевірка результатів досліджень впродовж 30 років у льонозаводстві господарств зони Полісся України
(вказати номер і дату акта випробування, назва підприємства, період)

6. Впроваджені у:

- промислове виробництво в господарствах різної форми власності Сміличинського району

(дільниця, цех, цехи процесу)

- проектні роботи _____

(вказати об'єкт, підприємство)

7. Річний економічний ефект

очікуваний рівень рентабельності 180%
(від впровадження у виробництво)

фактичний рівень рентабельності 179%
(від впровадження у виробництво)

8. Питома економічна ефективність впровадження результатів становить 35% від всіх грошових надходжень галузі льону

9. Обсяг впровадження 780 га, що забезпечує отримання 702 тис. грн, що становить _____% від обсягу впровадження взятого в основу розрахунку гарантованого економічного ефекту розрахованого по закінченню НДР.

10. Соціальний і науково-технічний ефект отримання продукції, що задовольняє санітарно-гігієнічним вимогам України, забезпечення робочих місць і працевлаштування
(охорона навколишнього середовища, надд, покращення та оздоровлення умов праці,
робочих місць на льонозаводах
удосконалення структури управління, науково-технічних напрямків, спеціальні призначення і т. д.)

ПРИМІТКА: Повний розрахунок фактичного річного економічного ефекту і довідка про соціальний ефект складається і затверджується окремо від акту впровадження.

Від вузу

Проректор з НДР

Керівник НДР

Надточій П.П.

Дідора В.Г.



Відповідальний за впровадження

Б 4.

ПОГОДЖЕНО
Ректор (проректор) вузу



“чертв” 2007 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Керівник організації



2007р.

Акт впровадження

Результатів завершених науково-дослідних, дослідно-конструкторських і технологічних робіт

Замовник Управління агропромислового розвитку Новоград-Волинського райдержуправління Житомирської області
(назва організації)

(прізвище, ім'я і по батькові керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результат роботи Агроекологічне обґрунтування технології виробництва продукції льону-довгунця, за номером державної реєстрації 0105V002014
(назва теми, № держ. реєстрації)

Виконаної в Державному агроекологічному університеті
(назва вузу, НДІ, КБ)

вартість _____ тис. грн
(цифрами і прописом)

яка виконувалась впродовж 2004-2007 рр.
(строки виконання)

Впроваджені в Новоград-Волинському льонозаводі
(назва підприємства, де здійснювалось впровадження)

1. Вид впровадження результатів Технологія вирощування та першої переробки льону-довгунця
(технологія, виробництво виробу, роботи, технології або функціонування системи)
2. Характеристика обсягів впровадження Масове впровадження
(унікальне, разове, партія, масове, серійне)
3. Форма впровадження наукова консультація, моніторинг

Методика (метод) широкогалзеве впровадження

4. Новизна результатів науково дослідних робіт принципово нові розробки
(понаскрі, принципово нові, якісно нові, модифікації, отримання екологічно чистої продукції
модернізація старих розробок)

5. Дослідно-промислова перевірка перевірка результатів досліджень впродовж 30 років у льоно-
(вказати номер і дату актів випробування, назва підприємства, період)
сіточих господарствах зони Полісся України

6. Впроваджені у:

- промислове виробництво в господарствах різної форми власності Новоград-Волинського району

(дільниці, цех, цехи процесу)

- проектні роботи _____

(вказати об'єкт, підприємство)

7. Річний економічний ефект

очікуваний рівень рентабельності 180%
(від впровадження у виробництво)

фактичний рівень рентабельності 179%
(від впровадження у виробництво)

8. Питома економічна ефективність впровадження результатів становить 35% від всіх грошових надходжень галузі льону

9. Обсяг впровадження 620 га, що забезпечує отримання 496 тис. грн., що становить _____ % від обсягу впровадження взятого в основу розрахунку гарантованого економічного ефекту розрахованого по закінченню НДР.

10. Соціальний і науково-технічний ефект отримання продукції, що задовольняє санітарно-гігієнічним вимогам України, забезпечення робочих місць і працевлаштування
(охорона навколишнього середовища, надр, покращення та оздоровлення умов праці,
робочих місць на льоназдавах
удосконалення структури управління, науково-технічних напрямків, спеціальні призначення і т. д.)

ПРИМІТКА: Повний розрахунок фактичного річного економічного ефекту і довідка про соціальний ефект складається і затверджується окремо від акту впровадження.

Від вузу

Проректор з НДР
В. Г. М. Надточій П.П.

Керівник НДР
В. Г. М. Дідора В.Г.

Від підприємства

Головний економіст
Г. В. К.

Головний бухгалтер
В. Г. М.

Відповідальний за впровадження

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агролесомелиорация и плодородие почв. – М.: Агропромиздат, 1991. – 288 с.
2. Агромелиоративные мероприятия на переувлажненных минеральных Землях Нечерноземья / Дрыганов В. М., Баранов Н.В., Галузина Г.М., Корнеев В. Ф. // Гидротехника и мелиорация. – 1983. – С. 64–66.
3. Акентьева Л.И., Чижова М. С. Урожайность и качество основной продукции полевых культур при длительном применении почвозащитной обработки в Донбасе // Эффективность почвозащитных технологий обработки эродированных почв Украинской ССР / Сборник научных трудов. – Киев, 1987. – С. 98 – 102.
4. Алексеев А. М. Основные представления о водном режиме растений и его показателях // Водный режим с.-г. растений. – М., 1969. – С. 94 – 112.
5. Аллен Х.П. Прямой посев и минимальная обработка почвы: Пер. с англ. – М. : Агропромиздат, 1985. – 280 с.
6. Амирджанов А.Г. Солнечная радиация и продуктивность винограда. – Л. : Гидрометеиздат, 1980. – 208 с.
7. Андреева Т.Ф., Персанов В.М. Влияние фосфорного голодания на фотосинтетическую активность листьев, отток и использование ассимилянтов в связи с ростом и продуктивностью растений // Тр. Биологопочв. ин-та Дальневосточ. науч. центра АН СССР. – 1973. – Вып. 20 (123). – С. 179 – 185.
8. Андреева Т.Ф., Авдеева Т.А. Влияние азотного питания на фотосинтетическую активность и синтез белка // Минеральные элементы и механизм фотосинтеза. – Кишинев: Госиздат Молдавии, 1969. – С. 128 – 136.
9. Андреева Т.Ф., Нгуен Тхыу Тхок и др. Влияние азотного питания на фотосинтетическую активность листьев различных ярусов и на продуктивность растений конских бобов // Физиол. раст., 1972. – Т. 19. – Вып. 2: – С. 265 – 272.
10. Андрушкин М.И., Распутенко А.С., Копчик З. М. Формы удобрений и качество льноволокна // Лен и конопля. – 1974. – № 12. – С. 15 – 16.

11. Анисимов А.А. О механизме действия фосфора на передвижения углеводов // Физиология растений. – 1966. – Т. 13, вып. 1. – С. 70 – 75.
12. Анисимов А.А., Дубовская М.С., Добрякова Л.А. Действие условий азотнофосфорного питания пшеницы на включение С¹⁴ в состав ассимилянтов и их передвижение // Физиология растений. – 1964. – Т. II, вып. 5. – С. 793–799.
13. Анненкова Б.Н., Юдинцева Е.В. Основы сельскохозяйственной радиологии. – М. : Агропромиздат, 1991. – 287 с.
14. Архипов Н.А. Поведение ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в агросистемах зоны отчуждения Чернобыльской АЭС: Автореф. дисс. канд. биол. наук. Обнинск, 1995. – 26 с.
15. А.с.93322218 (СССР) МКИ G 01 7/32 /Устройство для измерения площади плоских объектов / Хлыстунов В. Г. и др. Заявл. 09. 10. 80; Оpubл. 30. 05. 82. Бюл. 20.
16. А.с.1165300 (СССР) МКИ А 01G 7/00. Способ определения листовой поверхности плодовых растений / Овсянников А. С. и др. Заявл. 22. 07. 88; Оpubл. 7. 06. 85. Бюл. 26.
17. А.с.1664178 СИ: МКИ А 01 G 7 / 00. Устройство для определения прироста надземной части биомассы растений / Габель Б. В. и др. Заяв. 11. 07. 91. Бюл. 27.
18. А.с.1665950 СИ: МКИ А 01 G 7/00. Способ измерения высоты растительного покрова и устройство для его осуществления / Ген А. А. Заяв. 28. 04. 89; Оpubл. 30. 07. 91. Бюл. 28.
19. А.с.858655. СССР. МКИ А 01 G 7/00. Механический ауксаногграф / Жунчисту И. И. Заяв. 12. 10. 79. Оpubл. 30. 08. 81. Бюл. 32 .
20. А.с.1349721 СИ : МКИ А 01 G 7/00. Устройство для регистрации скорости роста растений / Инюшин В. М. и др. Заявл. 18. 07. 84; Оpubл. 07. 11. 87, Бюл. 41.
21. А.с.184050 СИ: МКИ А 01 G 7/00. Прибор для регистрации скорости роста растений в толщину / Астафьев В.Я., Голиков И.А. Заявл. 1967; Оpubл. 1967. Бюл. 14.
22. А.с.1253501 СИ : МКИ А 01G 7/00. Устройство для контроля растительной массы / Скребец В.А. и др. Заявл. 16. 04. 85; Оpubл. 30. 08. 86, Бюл. 32.

23. А.с.1496705 СИ: МКИ А 01 G 7/00. Устройство для измерения динамики роста и температуры растения / Алейников А.Ф. Заявл. 29. 09. 87; Оpubл. 30. 07. 89. Бюл. 28.
24. А.с.538694 (СССР) МКИ А 01G 7/00. Способ определения поверхности растений / Образцов А.С. и др. Заявл. 01. 07. 75; Оpubл. 15. 12. 76. Бюл. 46.
25. А.с.731279 СССР МКИ А 01 G 11/28. Устройство для измерения площади плоских объектов / Буковский и др. Заявл. 21. 12. 77; Оpubл. 30. 04. 80. Бюл. 16.
26. А.с.762861 (СССР) МКИ А 01G 7/00. Способ определения площади листовой поверхности растений / Сикорский И. А. и др. Заявл. 07. 03. 79; Оpubл. 15. 09. 80. Бюл. 34.
27. А.с.967393 (СССР): Специальное опытное проектно-конструкторско-технологическое бюро СО ВАСХНИЛ / Применение аналитических весов в качестве ауксанографа // Бухтияров И.Д., Дедов В. М. и др. Заявл. 11. 02. 81; Оpubл. 23. 10. 82. Бюл. 39.
28. А.с.1056956 (СССР) МКИ А 01G 7/00. Способ измерения площади листа растений и устройство для его осуществления / Хорошко В.Л. и др. Заявл. 08. 07. 82; Оpubл. 30. 11. 83. Бюл. 44.
29. Афонин М.И., Прыгун В.С. Влияние длины вегетационного периода на урожай льна-долгунца // Науч. тр. Бел. НИИ земледелия. – Минск, 1975. – Вып. 19. – С. 117 – 123.
30. Афонин М. И. Влияние различной влажности почв на рост и развитие льна-долгунца // Тр. ВНИИЛ. – 1960. – Вып. 6. – С. 79 – 95.
31. Афонин М.И., Михайлова А.М. Погодные условия // Лен и конопля. – 1979. – № 11. – с. 21 – 23.
32. Афонин М.М., Сосновская Н.В. Нормы высева и урожай льна // Лен и конопля. – 1970. – № 4 – С. 25 – 26
33. Афонин М.И., Лукуть Т.Ф. Влияние сроков сева на формирование урожая льна-долгунца // Пути повышения урожайности полевых культур. – Минск, 1985. – Вып. 16. – С. 90 – 96.
34. Афонин М.И., Михайлова А.М. Влияние уровня азотного питания на образование органических веществ в растениях льна // Науч. тр. Бел. НИИ земледелия. – Минск, 1975. – Вып. 19. – С. 47 – 54.

35. Ашофф Ю. Экзогенные и эндогенные компоненты циркадных ритмов // Биологические часы: Пер. с англ. / Под ред. и с предисл. С.Э. Шноля, – М. : Мир, 1964. – С. 27 – 29.
36. Бабушкин Л. Н. Метеорологические факторы и растения // Тр. САГУ: Биолог. науки, Новая сер. – 1953. – Кн. 13, вып. 35. – С. 3–84.
37. Барабой В.А. Популярная радиобиология. – К., 1988. – 103 с.
38. Бараев А.И. Почвозащитное земледелие. – М., Колос, 1975 – 301 с.
39. Бараев А.И. Теоретические основы почвозащитного земледелия // Проблемы земледелия : Науч. тр. / ВАСХНИЛ. – М., 1978. – С. 22 – 35 .
40. Барцева А.А. Некоторые особенности фотосинтетической деятельности районированных и перспективных сортов льна-долгунца // Тр. ВНИИЛ. – Торжок, 1973. – Вып. 11. – С. 206 – 210.
41. Барцева А.А. Структура фотосинтетического потенциала у льна-долгунца // Тр. ВНИИЛ – Торжок, 1973. – Вып. 11. – С. 99 – 103.
42. Барцева А. А. Формирование и работа фотосинтетического аппарата у двух сортов льна-долгунца // Тр. ВНИИЛ. – Торжок, 1971 – Вып. 9. – С. 156 – 162.
43. Барцева А.А., Струнников Э.А. Влияние удобрений и влагообеспеченности на урожай и качество льнопродукции // Агрехимия. –1979. – № 5. – С. 73 – 77.
44. Батюк В.П., Рыбалка В.Ф., Оканенко А.С. Прибор для быстрого измерения площади листьев // Науч. тр., – Киев, 1959. –Т. 16. – С. 141 – 147.
45. Батюк В.П., Рыбалка Е.Ф., Оканенко А.С. Установка для краткосрочных определений динамики фотосинтеза в естественных условиях // Пути повышения интенсивности фотосинтеза : Науч. тр. – К., 1959. – Т. 16. – С. 125 – 140.
46. Бахирева Л. З. Стланье льна в западной области. – Смоленск. 1931. – 47 с.
47. Беликов П.С., Асахов Г. Влияние скорости нагрева и охлаждения воздуха на временный ход фотосинтеза // Изв. ТСХА. – 1966. – Вып. 6. – С. 3 – 11.

- 48.Беликов П.С., Моторина М.В. Зависимость фотосинтеза от внутренних и внешних условий (итоги и перспективы исследований) // Докл. ТСХА. –1968. –Вып. 139. – С. 273 – 286.
- 49.Беликов П.С., Моторина М. В. О суточных ритмах фотосинтеза // Докл. АН СССР. –1958. –Т. 123, № 1, – С. 185–188.
- 50.Беликов П.С., Моторина М.В., Куркова Е. В. Кратковременная активация фотосинтеза как проявление раздражимости у растений // Изв. ТСХА. –1962. –Вып. 1. – С. 47 – 60.
- 51.Беликов П.С., Моторина М.В., Невская Р. И. О природе кратковременной активации фотосинтеза // Изв. ТСХА. – 1964. – Вып. 8. – С. 28 – 36.
- 52.Бельгибаев М.Е. Влияние еоловых процессов на динамику почвенного покрова семиаридной зоны Казахстана: Автореф. дисс. д-ра геогр. наук. – М., 1993. – 61 с.
- 53.Бельевский В.И., Кришталь Ю.И. Прогнозирование ветровой эрозии на осушенных торфяниках // Земледелие. – 1978. – № 10. – С. 34 – 35.
- 54.Берштейн Б.И., Оканенко А.С., Пшеничная А.К. Изучение роли калия в реакциях фотофосфорилирования у высших растений // Пути повышения интенсивности и продуктивности фотосинтеза. – : Наук. думка, 1967. – Вып. 2. – С. 39 – 50.
- 55.Билай В.И. Методы экспериментальной микологии. – К. : Наукова думка, 1982. – 550 с.
- 56.Биологические часы : Пер. с англ. / Под ред. и с предисл. С. Э. Шноля. – М. : Мир, 1964. – 694 с.
- 57.Бирюков М.В. Обробіток дерново–середньопідзолистоґо ґрунту в ланці сівозміни українського Полісся // Вісн. с. –г. науки. – 1987. – № 10. – С. 28 – 32.
- 58.Бихеме З.М., Молдоу Х.А., Росс Ю. К. Математическое моделирование транспирации и фотосинтеза растений при недостатке почвенной влаги. –Л. :Гидрометеиздат, 1980. – 221 с.
- 59.Бойко В.Ф., Цитович И.К. Агрохимическая лаборатория. – М. : Сов. наука, 1959. – 498 с.
- 60.Боярченкова М. М., Быков Н. Н. Влияние сроков подъема тресты на ее качество // Лен и конопля. – 1977. – № 2. – С. 23 – 25.

61. Брусиловский Ш.И. Способы и осушение тяжелых минеральных почв. // Повышение плодородия тяжелых почв средствами мелиоративного воздействия. – Минск, 1981. – С. 7 – 10.
62. Брусиловский Ш. И., Капилевич Ж. А. Определение степени потребности минеральных почв в мелиорациях // Пробл. вод. ресурсов. – Минск, 1981. – С. 146 – 153.
63. Брусиловский Ш.И. Мелиорация минеральных почв тяжелого механического состава. – Минск : Урожай, 1981. – 160 с.
64. Бука А.Я., Кисель В.И. Влияние систематического применения минеральных удобрений в зоне севооборота на агрохимические показатели темно-серой оподзолиной почвы при различных способах ее обработки. // Агрохимия. – 1984. – № 2 – С. 27 – 33.
65. Бука А.Я., Коваленко А.П. Эффективность отдельных противоэрозийных мероприятий и их сочетания // Всесоюз. Конф. : Тез. докл. – Одесса, 1970, – Ч. 2. – 23 с.
66. Бюннинг Э. Ритмы физиологических процессов (физиологические часы) : Пер. с нем. / Под ред. И. И. Гунара. – М. : Изд-во иностр. лит., 1961. – 183 с.
67. Бюннинг Э. Биологические часы. // Биологические часы : Пер. с англ. – М., 1964. – С. 11–26.
68. Васенков Г.І., Деробон І.Ю. Радіологічний стан дефляції ґрунтів при отриманні льонопродукції // Вісник ДАУ. – 2006. – № 2. – С. 19–28.
69. Василенко М.Г., Ткаченко Д.Ф. Удобрение льна после пропашных предшественников // Лен и конопля. – 1975. – № 10. – С. 16 – 17.
70. Васильев Ю.И., Долгилевич М.Й. Математическая модель эродуемости почв // Параметры и модели плодородия почв и продуктивности агроценозов. – Пушкино, 1985. – С. 87 – 95.
71. Ведення сільського господарства в умовах радіоактивного забруднення території України внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС на період 1999–2000 рр. К.: Ярмарок, 1998. – 104 с.
72. Ведення сільського господарства на радіоактивно забруднених територіях Житомирської області та їх комплексна реабілітація на 2004–2010 роки: (Методичні рекомендації). – Житомир, 2004. – 96 с.

73. Величка И.И. Итоги и задачи мелиорации в Литовской ССР // Совершенствования научных основ мелиорированных почв Белоруссии, Литвы, Латвии и Эстонии. – Минск, 1979. – С. 179 – 187.
74. Вероятностная оценка факторов горизонтальной миграции радиоцезия в Полесье/ Долгилевич М.И., Васенков Г.И., Полищук О.Е. и др. // Проблемы сельскохозяйственной радиозоологии. – Житомир, 1996. – С. 96 – 99.
75. Ветроустойчивость некоторых почв и основных форм почвенной поверхности на юговостоке УССР / Рыжиков Д.П. и др. // Вопросы почвозащитной системы земледелия. – Целиноград, 1978. – С. 147 – 151.
76. Ветроэрозионные процессы и особенности создания оптимальных коллективных решений охраны почв в зоне загрязнения радионуклидами / Пристер Б.С., Омеляненко Н.П., Перепелятникова Л.В., Лавровский А.Б. и др. // Проблемы сельскохозяйственной радиологии: Сб. Науч. тр. УкрНИИ с.-х. Радиологии. – К., 1991. – С. 64 – 74.
77. Вешко Е.І., Бураков В.І, Тимченко О.Д. Вплив післяжнивних решток зернових культур, кукурудзи та соняшника на видування чорнозему південного // Агрохімія та ґрунтознавство. – 1980. – № 39. – С. 92–95.
78. Виктор А.В., Антонян В.Г. Отзывчивость сортов льна на удобрения // Лен и конопля. – 1972. – № 7. – С. 31 – 42.
79. Витер А.Ф., Мирошник В.Г. Эффективность удобрений в ЦЧО в зависимости от способов обработки почвы // Химия в сельском хозяйстве. – 1997. – № 7. – С. 8 – 10.
80. Влияние ландшафтно-геохимических особенностей зоны отселения ЧАЭС на горизонтальную миграцию радионуклидов / Перепелятникова Л.В., Пристер Б.С., Архипов Н.П. та інші // Проблемы сельскохозяйственной радиозоологии. – Житомир, 1996. – С. 212 – 213.
81. Володин В.М. Агроэкологические основы регулирования почвенного плодородия : Автореф. дис. д-ра с.-х. наук в форме науч. докл. – Минск, 1991. – 59 с.

82. Вопросы методики проведения эрозионного районирования / Михальченко А. К. // Ветровая эрозия и плодородие почв. – М., Колос, 1976. – С. 140 – 145.
83. Ворона Л.І., Місечко Е.Н., Смаглий О.Ф., Прокопчук Н.Г., Барвінський А.В. Мінімізація основного обробітку ґрунту під озиму пшеницю в зоні Полісся УРСР // Вісник с.-г. науки. – 1987. – № 9. – С. 30 – 33.
84. Воронин А.Д. Основы физики почв. – М. : Издательство МГУ, 1986. – 240 с.
85. Воронин А.Д. Физика почв: успехи и проблемы // Почвоведение. – 1987. – № 10. – С. 34 – 42.
86. Воронкова В.Я. Густота посева льна-долгунца как фактор, определяющий параметры продуктивности растений // Сб. науч. тр. БСХА. – Горки, 1982. – С. 21 – 23
87. Выгодская Н.Н. Радиационный режим и структура горных лесов. – Л. : Гидрометеиздат, 1981. – 262 с.
88. Гаврик П.А., Назарова Д.И. Корреляционная зависимость между впитыванием влаги и физическими свойствами черноземов обыкновенных // Почвоведение. – 1973. – № 11. – С. 149 – 151.
89. Галич М.М., Стрельченко В.П. Агроекологічні основи використання земельних ресурсів Житомирщини. – Житомир: Волинь, 2004. – с. 181.
90. Галченко М.Г. Влагодобезпеченість і зрошення земель в Білорусії. – Мінск: Урожай, 1976. – 77 с.
91. Гаргер Е.К. Подъем и выпадение радиоактивной пыли при сельскохозяйственной деятельности // Агроекологічний журнал. – 2001. – № 1. – С. 12 – 15.
92. Генчев С. Влияние доз и форм азота на содержание пластинных пигментов в листьях томатов. // Физиология растений. – София, 1977. – Т. 3, № 3. – С. 22 – 31.
93. Герасимова Н. И. Льноводство в Чехословакии // Лен и конопля. – 1973. – № 10. – С. 34 – 36.
94. Гнатенко А.Ф. Режим содержания элементов питания чернозема типичного сильноосмытого Северной Лесостепи УССР при применении почво-защитных технологий возделывания сельскохозяйственных культур: Дис. канд. с.-х. наук. – К., 1983. – 268 с.

95. Гойса Н.И., Перелет Н.А. Особенности сельскохозяйственных культур ФАР на территории Украины // Тр. УкрНИГМИ. – 1972. – Вып. 115. – С. 3 – 12.
96. Головки Д.М. Влияние минерального питания на фотосинтез, рост, формирование и урожай растений. // Пробл. Фотосинтеза. – М., 1959. – С. 512 – 519.
97. Городній М. Г. Технічні культури. – К., 1969. – 151 с.
98. Горошко В.М., Парфенова Я.А., Белов Г.Д. Почвозащитная технология в Полесье Белорусии // Земледелие. – 1987. – № 12. – С. 40 – 41.
99. Госсен Е.Ф. Повышение эффективности приемов почвозащитного земледелия // Основные звенья почвозащитного земледелия в степной зоне СССР. – Целиноград; 1981. – С. 3 – 11.
100. ГОСТ 24383–89. Треста льняная. Требования при заготовках. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 17 с.
101. Грабак Н.Х., Бей А.А., Дзюбинский Н.Ф., Гринченко Н.М. Противозерозионная ресурсозберегающая система обработки почвы в степи УССР // Эффективность почвозащитных технологий обработки эродированных почв Украинской ССР / Сборник научных трудов. – Киев, 1987. – С. 39 – 45.
102. Гребинский С.О. Развитие представлений о росте растений // Проблемы физиологии растений. – М., 1969. – С. 88 – 110.
103. Гудинова Ф.Н. Влияние метеорологических условий на развитие льна-долгунца // Тр. Омского с.-х. института. – 1969. – Т. 67. – С. 119 – 125.
104. Гудков И.Н., Ткаченко Г.Н., Кицпо В.Е. Практикум по сельскохозяйственной радиобиологии. – К. : УСХА, 1992. – 208 с.
105. Гунар И.И., Крастина Е.Е., Петров-Спиридов А.Е. Ритmicность поглощающей и выделительной деятельности корней. // Изв. ТСХА. – 1959. – Вып. 1. – С. 15 – 34.
106. Гунар И.И., Крастина Е.Е., Моторина М.В. Суточные ритмы некоторых физиологических процессов у растений // Докл. ТСХА. – М., 1956 – Т. 1, вып. 26. – С. 251 – 256.
107. Гуревич Б.Х., Иоффе А.А. О возникновении, сохранении и “затухании” в растениях околосуточных эндогенных осцилляций // Сб. по агрофизике. – 1968. – Вып. 15, – С. 76 – 82 .

108. Дегтярев П.А., Ермаков Е.И. Новый метод автоматической регистрации роста растений. // Физика растений и внешние условия. – Л., 1965. – С. 204 – 211.
109. Демолон А. Рост и развитие культурных растений. – М. : Сельхозгиз, 1961. – 399 с.
110. Денисов П.В. Биологические особенности льна-долгунца сорта Светоч // Сельск. хоз-во Северо-западной зоны. – 1972. – № 2. – С. 24 – 26.
111. Денисов П.В. Итоги изучения сортов льна-долгунца на сортоучастках Новгородской области. // Тр. по приклад. ботанике, генетике и селекции. – Л., 1970. – Т. 42, вып. 1. – С. 97 – 110.
112. Дергунов И.Д., Шевченко В.С., Криушин Н.В. Миграция радионуклидов по профилю некоторых почв Узбекистана под влиянием промывных поливов // Почвоведение. – 1970. – № 10. – С. 70 – 74.
113. Джигерей В.С. Экологія та охорона навколишнього середовища. – К. : Т-во „Знання”, КОО. – 2003. – С. 77 – 86.
114. Дзюбинский И.Ф. Противозерозионная устойчивость и агрофизические свойства чернозема обыкновенного слабоэрозированного при почвозащитных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур в юго-восточной части УССР: Автореф. дис. канд. с.-х. наук. – К., 1983. – 21 с.
115. Дидора В.Г., В.И. Семченко. Особенности роста льна-долгунца в зоне с повышенной загрязненностью радионуклидами // Пробл. с. -х. радиоэкологии – 10 лет после аварии на Чернобыльской АЭС. – Житомир, 1996. – С. 202 – 204.
116. Дидора В.Г. Влияние различных способов приготовления тресты на выход и качество волокна льна // Тр. ЖСХИ. – К., 1969. – Т. 19. – С. 99 – 105.
117. Дидора В.Г. Сортовые особенности суточной периодичности роста льна-долгунца // Совершенствование технологии выращивания технических культур на Украине / сб. науч. трудов, 12., К. – 1986. – С. 38 – 43.
118. Дидора В.Г. Сравнительное изучение различных технологий уборки и приёмов приготовления тресты льна-долгунца в

- умовлях южного Полесья УССР : Дис. канд. с.-х. наук. – К., 1970. – 185 с.
119. Дидора В.Г. Суточна періодичність росту льна-долгунця // Агропром. Комплекса Полесья УССР – науч. забезпечення: Тез. докл. науч. – практ. конф. – Житомир, 1989. – 4. 2. – С. 119 – 120.
120. Дидора В.Г., Варварюк П.С. Суточна періодичність росту хмеля першого года жизни // Доклады ВАСХНИЛ, 1983. – № 8. – С. 32 – 33.
121. Дидора В.Г., Варварюк П.С., Джуган В.Ж. Інтенсивність сонячної радіації і фотоактивність хмеля // Хмелеводство. 1986. – Вып. 8. – С. 13 – 16.
122. Дидора В.Г., Рибак Н.Ф., Грищак Н.В. Предпосівна підготовка ґрунту під лен-долгунец. – Житомир: ЦНТИ, 1989. – 3 с. – (Інформ. листок № 53 – 89).
123. Дібров В. І. Ґрунти Житомирської області. – К. : Урожай, 1968. – 59 с.
124. Дідора В.Г. Агроекологічна і енергетична ефективність виробництва льнопродукції // Вісник ДААУ, 1999. – № 2. – С. 48 – 51.
125. Дідора В.Г. Агроекологічне обґрунтування технології вирощування льону-довгунця. – Житомир, 2003. – 274 с.
126. Дідора В.Г. Екологічні фактори та періодичність росту льону-довгунця // Вісн. агр. науки, 1999. – № 11. – С. 31 – 32.
127. Дідора В.Г. Передпосівний обробіток ґрунту, періодичність росту і продуктивність льону-довгунця // Збірник наук. праць Інституту землеробства УААН, 1999. – Вип. 3. – С. 80 – 84.
128. Дідора В. Г. Періодичність росту та фото активність льону-довгунця // Вісник с.-г. науки, 1987. – С. 23 – 25.
129. Дідора В.Г. Прилад для визначення площі листкової поверхні льону-довгунця // вісник ДААУ, 1999. – № 1. – С. 42 – 47.
130. Дідора В.Г. Продукційний процес та періодичність росту льону-довгунця // Вісн. Агр. науки, 1999. – № 12. – С. 34 – 35.
131. Дідора В.Г. Теоретичне обґрунтування біоритмів життя рослин // Творче, практичне і критичне мислення: Матеріали Всеукр. наук. – практ. конф. 23–24 верес. – 1997. М. Житомир, 1997. – С. 75 – 77.
132. Дідора В.Г. Фотосинтетична діяльність і добова періодичність росту льону-довгунця // Вісн. агр. науки, 2000. – № 7. – С. 25 – 27.

133. Дідора В.Г., Семченко В.І. Безполицевий обробіток ґрунту під льон-довгунець // Науковий вісник НАУ, 1999. – № 19. – С. 57 – 61.
134. Долгилевич М.И. Эффективность мелиорированных мероприятий на осушенных землях // Вісн. аграрн. науки. – 1991. – № 10. – С. 35 – 37.
135. Долгилевич М.И. Эффективность рыхления и кротования в оптимализации водного, теплового и пищевого режимов почвы, осушенным гончарным дренажом. – // Агропр. комплексу Полесья УССР науч. обоснование : Тез. докл. науч.- практ. конф. – Житомир, 1989. – 4. 2. – С. 7 – 10 .
136. Долгилевич М.И., Борисюк Б.В. Элементы водного баланса дерново-глеевой осушенной почвы в системе лесных полос // Сб. эколог. основ выращивания с. -х. культур лесоаграрных ландшафтов: Сб. науч. тр. – Волгоград, 1991. – Вып. 102. – С. 21 – 25.
137. Долгилевич М.Й. Пыльные бури и агролесомелиоративные мероприятия. – М. :Колос, 1978. – 180 с.
138. Долгилевич М.Й., Васильев Ю.И. Аэродинамическая труба для моделирования ветровой эрозии почв // Почвоведение. – 1976. – № 6. – С. 148 – 153.
139. Долгилевич М.Й., Швец Г.И., Зыков И.Г. Научные основы прогнозирования и система предупреждения эрозионных процессов. – М. : Колос, 1992. – 147 с.
140. Долгова Э.Н., Долгов Б.С. Влияние влажности почвы на урожай льна-долгунца // Тр. ВНИИЛ. –1975. – Вып. 13. – С. 104 – 107.
141. Дорохов Б.Л., Баранина И.И. Содержание пигментов в вегетативных и репродуктивных органов пшеницы при различном минеральном питании // Фотосинтетическая деятельность растений и влияние на нее минерального питания. – Кишинев, 1970. – С. 3 – 38.
142. Дорохов Л.М. Минеральное питание как фактор повышения продуктивности фотосинтеза и урожая сельськохо

- зййственнх растений // Проблемы фотосинтеза. – М. 1989. – С. 505 – 509.
143. Дорошенко В.В. Влияние глубокого рыхления на водный режим почвы и междурядное расстояние в условиях Житомирской области // Мелиорация и водное хозяйство. –1983. – Вып. 59. – С. 14 – 17.
144. ДСТУ 4149:2003. Треста лляна. Технічні умови. – К., 2004. – 15 с.
145. Дудченко І.В., Науменко М.Д. Сівозміни, обробіток ґрунту – ключові ланки системи землеробства на Волині // Вісник с. –г. науки – 1984. –№ 8 – С. 42 – 44.
146. Евминов В.Н., Малиенко А.М., Нинько П.И. Зональные особенности обработки почвы // Лен и конопля. – 1985. – № 6. – С. 23 – 24.
147. Егоров М.Е., Кондращук П.К. Нужно ли переворачивать тресту на льнище? // Лен и конопля. – 1962. – № 8. – С. 38–39.
148. Ельцов Е.И. Развитие мелиорации земель в Нечерноземной зоне // Тр. Горьков. с.-х. ин-т. – 1980. – Т. 144. – С. 3–10.
149. Ермилов Г.Б. Продуктивность работы листьев кукурузы на среднем Урале // Проблемы фотосинтеза. – М., 1959. – С. 453 – 460.
150. Ефимова Н.А. Радиационные факторы продуктивности растительного покрова. – Л. : Гидрометеиздат, 1977. – 214 с.
151. Жабенюк Л.В., Тен А.Г. О методах определения листьев // Науч. тр. Белорусской с.-х. акад. – Горьки , 1970. – Т. 64. – С. 156 – 158.
152. Жакотэ А.Г. Минеральное питание и активность фотосинтетического аппарата растений. – Кишнев : Штиинца, 1974. – 156 с.
153. Жилко В.В. Безотвальная обработка эродированных дерновоподзолистых почв // Эрозия почв и почвозащитное земледелие. – М., 1975. – С. 155 – 158.
154. Жилко В.В. Эродированные почвы Белоруссии и их использование. – Минск, 1976. – 168 с.
155. Жилко В.В. Эродированные почвы Белоруссии, их плодородие и использование: Дис. д-ра биолог. наук. – Минск, 1973. –373 с.

156. Заворотченко И.С. Предпосевная обработка легко – и средне-суглинистой почвы под лен-долгунец после многолетних трав // Тр. ВНИИЛ. –Торжок, 1973. –Вып. 11. – С. 146 – 151.
157. Зайцева А.А. Борьба с ветровой эрозией почв / Под ред. А. И. Бараева. – М. : Колос, 1970. –152 с.
158. Зайцева А.А., Охинько И. П. Влияние длительного применения плоскорезной обработки на плодородие почв // Эффективность почвозащитной системы земледелия в степных районах СССР. – Целиноград, 1976. – С. 38 – 49.
159. Зинченко И.Г. Агрофизические свойства почвы при почвозащитной технологии возделывания яровой пшеницы // Основные звенья почвозащитного земледелия в Степной зоне СССР. – Целиноград, 1981. – С. 3 – 35.
160. Зыков Ю.Д. Повышение эффективности использования мелиоративных земель в Нечерноземной зоне РСФСР // Вестн. с.-х. науки. – 1981. – № 11. – С. 42 – 49.
161. Иванов О. В. Клеточный анализ кривых роста корней при различных воздействиях // Физиология растений . – 1970. – Т. 17, вып. 2. – С. 348 – 357.
162. Иванов О.В. Микродатчик интеркалярного роста растений // Сб. : Методы комплексного изучения фотосинтеза. – Л., Сельхозгиз, 1969. – С. 315 – 318.
163. Ивашко Л.В. Нормы высева и удобрение льна-долгунца Оршанский 2 на среднеокультуренных суглинках БССР // Тез. докл. 20-ой Респ. науч.-произв. конф. НТО сел. хоз-ва. – Жодино, 1973. – С. 135 – 137.
164. Изменение гидрофизических свойств и микростроения дерново-подзолистой почвы при уплотнении / Сапожников П.М. Уткаева В.Ф., Скворцова Е.Б. и др. // Почвоведение. – 1985. –№ 12. – С. 35 – 42.
165. Ионова З.М. Мелиорация почв в ГДР и ее роль в стабилизации урожая // Достижения науки и передового опыта в сельск. хоз-ве. Сер. 1. – 1976. – № 6. – С. 10 – 15.
166. Ипполитов Д.Н. Подсев многолетних трав под лен // Тр. ЛСХИ. – Елгава, 1977. – В. 121. – С. 22 – 25.

167. Использование солнечной энергии посевами сельскохозяйственных культур / Оканенко А.С., Починок Х.Н., Митрофанов Б.А., Гуляев Б.И. // Физиология и биохимия культурных растений. –1971. –Вып. 3 – С. 241 – 250.
168. Юст Л. Лекції по фізіології рослин. –М., 1912. – С. 41 – 476.
169. Йовайша А. Дозы азотных удобрений под лен-долгунец // Лен и конопля. – 1975. –№ 2. – С. 22 – 23.
170. Каликинский А.А., Ходянкова С.Ф. Эффективность внутрипочвенного локального внесения минеральных удобрений под лен-долгунец на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах // Агрохимия. –1991. –№ 4. – С. 53 – 62.
171. Карманов В.Г. Приложение автоматизации и кибернетики к растениеводству // Докл. АН СССР. –1959. – Т. 126, № 1. – С. 207–209.
172. Карпец И.П., Лихман В.С. Оборачивание ленты повышает качество тресты // Лен и конопля. – 1978. – № 28. – с. 14 – 15.
173. Карпец І.П. Інтенсивна технологія вирощування льонудовгунця. – К. : Урожай, 1990. – 112 с.
174. Карпец І.П., Скорчено А.Ф., Чурсіна Л.А., Литвин З.Л., Семченко В. І., Защепкіна Н. М. Виробництво льоноволокна та його використання. – К. : Нора-Прінт, 2002. – 127 с.
175. Карпова Э.С., Новожилова М.В., Сергеев И.П. Расход минеральных удобрений и извести на получение тонны волокна // Тр. ВНИИЛ. – Торжок, 1975. – Вып. 13. – С. 192 – 195.
176. Карпова Э.С., Филипова Т.Е. Дозы и сроки внесения минеральных удобрений под лен-долгунец// Тр. ВНИИЛ. – Торжок, 1973. – Вып. 11. – С. 115 – 118.
177. Каштанов А.Н., Лисецкий Ф.П., Швецб Г.И. Основы ландшафтно-экологического земледелия. – М. : Колос, 1994. –128 с.
178. Кащеев А., Зайцев А. Ростограф для бахчевых // Картофель и овощи. – 1968. – № 11. – С. 32 – 33.
179. Каюмов М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур // Вестн. с.-х. науки. – 1973. – № 7. – с. 132.
180. Каюмов М.К. Научные основы программирования урожаев // Земледелие. – 1975. – № 9. – С. 77 – 78.

181. Киршин И.К. Суточная периодичность роста побегов многолетних злаков // Ботан. исслед. на Урале: Зап. Свердлов. отд. Всесоюз. ботан. о-ва.– Свердловск, 1970. – Вып. 5. – С. 214 – 219.
- 182 . Киршин И.К. Новые данные о ритмичном характере роста растений // Докл. АН СССР, – 1967. – Т. 175. – № 2. – С. 443 – 486.
- 183 . Кисіль В.І. Ефективність добрив залежно від способів оранки ґрунту // Вісн. с.-г. науки. –1979. – № 10. – С. 7 – 10.
- 184 . Ковалев В.Б. Общая технология льняного производства. – М. ; Легкая и пищевая промышленность. – 1983. – 140 с.
- 185 . Ковалев В.Б. Производство продукции в условиях радиоактивного загрязнения // Проблемы сельскохозяйственной радиэкологии десяти лет спустя после аварии на черновильской АЭС / Тезисы докладов второй международной конференции. – Житомир, 1996. – С. 26 – 29.
- 186 . Коваленко А.П., Полупан В.І., Булугін С. Ю. Ефективність протиерозійних заходів в сівозміні // Вісник с.-г. науки. – 1982. – № 5. – С. 11 – 13.
- 187 . Ковальов В.Б., Смик А.С. Індустріальна технологія у льонарстві. – К. : Урожай, 1985. – 69 с.
- 188 . Ковтун А.П., Глаголева І.І. Коррелятивні залежності водопрохідності ґрунтів // Почвознавство. –1979. – № 12. – С. 81 – 93.
- 189 . Коломієць М.В., Драган Н.І. Реакція польових культур на диференціацію пахотного шару // Землезнавство. – 1988. – № 8. – С. 21 – 24.
190. Коломієць М.В. Урожайність ячменю при різних способах обробки ґрунту // Вісник с.-г. науки. – 1980. – № 8 – С. 21 – 24.
191. Корнеев В.Ф. Влияние прикорневой микрофлоры предшественников на прикорневую микрофлору и урожай льна-долгунца. / В сб. Научн. трудов ВНИИЛ. – М., 1969. – С. 125 – 150.
192. Кошелева Л.Л. Физиология питания и продуктивность льна-долгунца. – Минск : Наука и техника, 1980. – 198с.
193. Крастина Е.Е. Влияние интенсивности непрерывного освещения на проявление эндогенных компонентов в суточных ритмах поглощения подсолнечником воды и ионов питательных солей // Изв. ТСХА. – 1965. – Вып. 2. – С. 87 – 95.

194. Крастина Е.Е. Биологические часы (основные понятия и терминология). // Изв. ТСХА. 1966. – Вып. 3. – С. 3 – 16.
195. Круть В.М. Минимализация обработки почвы под озимую пшеницу в степной зоне Украинской ССР // Весн. с.-х. науки. – 1980. – № 4. – С. 62 – 68.
196. Круть В.М., Бенедичук Н.Ф. Плоскорезная обработка почвы в зернопаровом севообороте на Украине // Земледелие. – 1979. – № 8. – С. 25 – 27.
197. Круть В.М., Горбатенко А.И., Кизяков В.С. Продуктивность кукурузы и вынос ее урожаем основных элементов питания при разных способах обработки почвы // Агрехимия. – 1985. – № 3. – С. 52 – 57.
198. Кузнецова В.И. К вопросу об оптимальной плотности почв с разным содержанием гумуса // Тез. докл. VII делегат. съезда ВОП. – Ташкент, 1985. – Ч. I. – с. 39.
199. Кулаковская Т.Н. Программирование высоких урожаев сельскохозяйственных культур. – Минск., 1975. – 41 с.
200. Курсанов А.Л. Проблема биологического саморегулирования и физиология растений // Физиология растений . 1972. – Т. 19, вып. 5. – С. 906 – 911.
201. Курсанов А. Л. Транспорт ассимиляторов в растении . –М. : Наука, 1976. –646 с.
202. Курсанов А.Л. Современная физиология растений и перспективы ее развития // ИЗВ. АН СССР. Сер. биолог. – 1961. – № 2. – С. 181 – 201.
203. Кухар В.П. та інші. Концепція нерозповсюдження радіонуклідів із земель зони впливу аварії на ЧАЕС та приклади їх реалізації в дослідженнях ІБОНХ НАН України // Досвід подолання наслідків Чорнобильської катастрофи в сільському та лісовому господарстві – 20 років після аварії на ЧАЕС (доповіді учасників п'ятої Міжнародної науково-практичної конференції). – Житомир: Державний агроекологічний університет, 2006. – С. 111 – 115.
204. Лебедев С.И. Фотосинтез. – К. : Изд-во УСХА, 1961. –157 с.
205. Лебедев Я.А., Боярченкова М.М. Качество тресты будет выше // Лен и конопля. – 1966. – № 10. – С. 27 – 29.

206. Ледовский С.Я., Корзун Г.П. Содержание и состояние пигментов в листьях томатов в зависимости от условий питания и водного режима // Физиология и биохимия культурных растений. – 1972. – Т. 4, – Вып. 2. – С. 198 – 262 .
207. Лен-долгунец / Под общ. ред. М.М. Труш. – М. : Колос, 1976. – 349 с.
208. Лен-долгунец. – М. : Госсельхозиздат, 1957. – 576 с.
209. Леонов С.А. Культура льна долгунца // Лен и конопля. – 1961. – № 1. – С. 12 – 14.
210. Леопольд А. Рост и развитие растений : Пер. с англ. / Под ред. И.И. Гунара. – М. : Мир, 1968. – 494 с.
211. Литвиненко В.В. Эффективность минеральных удобрений в зависимости от плотности пахотного слоя черноземов северной части Степи УССР: Автореф. дис. канд. с.-х. наук. – К., 1980. – 26 с.
212. Лобас М.Г. Розвиток зернового господарства України. – К. : Агроінком, 1997. – С. 48 – 82.
213. Локоть А.Ю. Энерго- ресурсосберегающие элементы системы удобрения льна-долгунца // Вісн. аграр. науки. – 1997. – № 4. – С. 37 – 38.
214. Ломакин М.М., Кочедыков В.М. Мульчирование и эрозия почв // Сел. хоз-во за рубежом. – 1982. – № 5. – С. 12 – 18.
215. Льон-довгунець / За ред. М.Г. Городнього. – К. : Урожай. 1971. – 264 с.
216. Любинецкий Н.Н., Бакун А.И. О научных основах современных систем земледелия в Полесье УССР // Земледелие. – М., 1987. – № 10. – С. 21 – 22.
217. Майроновський О.Е. Можливості мінімалізації основного обробітку ґрунту під озиму пшеницю в умовах Полісся УССР // Вісн. с. –г. науки. –1984. – № 7. – С. 19 – 22.
218. Макаров И.П., Платумов А.А., Козлов Г.В. Дифференциация пахотного слоя по плодородию и способов обработки дерново-подзолистых почв // Земледелие. – 1985. – № 7. – С. 7 – 11.
219. Малиновський А.С. Системне відродження сільських територій в регіоні радіаційного забруднення. – К., 2007. – 602с.
220. Малиновський А.С. Стан та шляхи відродження льонарства // Вісник аграрної науки. – 2006. – № 9. – С. 73 – 76.

221. Малієнко А.М., Нинько П.І. Урожайність і якість льону-довгунця залежно від способів основного обробітку ґрунту та доз мінеральних добрив в умовах Центрального Полісся України // Вісник с.-г. науки. 1987. – № 11. – С. 22 – 24.
222. Мальцев Т.С. Вопросы земледелия. – М. : Сельхозгиз, 1955 – 430 с.
223. Мальцев Т.С. Основной вопрос земледелия // Материалы Всесоюз. совещ. в к-зе “Заветы Ленина” и г. Мадридское Курганской области. –1954. – С. 9 – 45.
224. Марчук Г.Н., Ковалев А.П., Ковалева Л. С. Влияние глубокого рыхления и кротования на тяжелые почвы // Гидротехника и мелиорация. – 1978. – № 8. – С. 72 – 76.
225. Маслов Б.С. Глубокое рыхление почв: Опыт и задачи науки // Гидротехника и мелиорация. –1979. – № 7. – С. 7 – 11.
226. Медведев В.В. Физическая деградация черноземов, ее причины, следствия и пути устранения // Успехи почвоведения. Советские почвоведы к XIII Междунар. конгр. почвоведов. – М., 1986. – С. 23 – 26.
227. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. – К. : Урожай, 1988. – 204 с.
228. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. – Київ, Урожай, 1988. –204 с.
229. Мельник І.П., Ковальов В. Б. Інтенсивна технологія вирощування льону. – К., 1989. – 48 с.
230. Мельник І.П., Панченко С.І. Ковальов В.Б. Механізація робіт у льонарстві. – Ужгород ; Карпати, 1988. –135с.
231. Методичні рекомендації по вирощуванню льону-довгунця в умовах Житомирської обл. / Ковальов В. Б., Дідора В. Г., Семченко В.І., Овсієнко О.Ф. – Житомир, 1998. – 8с.
232. Методы оценки ветроустойчивости поверхности почв/ Шиятый Е.И. и др. // Защита почв от ветровой эрозии. – Алмата: изд. Кайнар, 1970. – С. 29 – 37.
233. Механическая обработка как средство регулирования агрофизических свойств почвы / Карташов И.И., Бардунова И.Т.,

- Афонченко Н.В., Беседин Н.В. // Земледелие. – 1989. – № 9. – С. 47 – 49.
234. Миронченко Ф.А., Зеленский Н.А., Миронченко С.Ф. Длительное применение плоскорезной технологии и плодородие почв // Земледелие. – 1983. – № 12. – С. 14 – 16.
235. Митрофанов Ю.И., Котельников В.А. Агромелиоративные приемы обработки минеральных осушенных почв // Мелиорация и урожай. – 1987. – № 3. – С. 22 – 24.
236. Михайленко М.М. Сільськогосподарська метеорологія. Харків, 1972. – С. 208.
237. Михайлова А.М. Формирование урожая и качества льна-долгунца в зависимости от уровня азотного питания: Автореф. дис. канд. с.-х. наук. Жодино, 1970. – 24с.
238. Мокроносов А.Т. Измерение суточной периодичности роста клубней картофеля // Физиология растений. 1955 –Т. 2, вып. 2. – С. 187 – 189.
239. Молканова Л.И., Молканов Л.Н. Характер зависимости фотосинтеза от площади листьев в посевах льна-долгунца // Тр. ВНИИЛ – Торжок, 1973. – Вып. 11. – С. 93 – 99.
240. Моргун Ф.Т., Шикула Н.К. Почвозащитное безплужное земледелие. – М. :Колос, 1984. – 254с.
241. Моргун Ф.Т., Шикула Н.К., Тарарико А.Г. Почвозащитное земледелие. – К. : Урожай, 1988. – 254с.
242. Набока В.В., Черникова М.И. Некоторые аспекты использования данных солнечной радиации при оценке потенциальной продуктивности климата // Тр. ЭСРНИИ, 1975. – Вып. 19 – С. 45 – 53.
243. Насулько Н.И., Новиков А.А. Влияние доз и соотношений азота, фосфора и калия в удобрении на урожай сахарной свеклы на серых лесных почвах нечерноземья зоны // Агрохимия. – 1971. – № 4. – С. 30 – 39.
244. Нгуен Тхыу Тхыок, Авдеева Т.А., Андреева Т.Ф. Влияние фосфорного питания на активность фотосинтетического аппарата листьев различных ярусов растений бобов // Физиология растений. – 1973. –Т. 20, – вып. 5. – С. 1024 – 1028.

245. Ничипорович А.А. Пути управления фотосинтетической деятельностью растений с целью повышения их продуктивности // Физиология с.-х. растений. – М., 1967. – Т. 1. – С. 309 – 353.
246. Ничипорович А.А. Фотосинтез и вопросы интенсификации сельского хозяйства: Док. на пленарном заседании [IX Менделеев. съезд по общей и прикладной химии]. – М. : Наука, 1965. – 48 с.
247. Ничипорович А. А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев. – М. : Изд-во АН СССР, 1956. – 94с.
248. Новожилова М.В. Влияние калийных удобрений на урожай льна-долгунца в условиях вегетационных опытов // Тр. ВНИИЛ. – Торжок, 1971 – Вып. 9. – С. 179 – 187.
249. Новожилова М.В. Действие различных форм калийных удобрений на урожай льна-долгунца // Тр. ВНИИЛ. – Торжок, 1973. – Вып. 11. – С. 11 – 114.
250. Обьедков М.Г. Лен-долгунец. – М. : Россельхозиздат, 1979. – 223с.
251. Особенности строения и метаболизм листьев *Bryophyllum daigremontionum* Berger в различных условиях азотного питания / Васильев Б. Р., Лебский В. К. и др. // Тр. Петергоф. биолог. ин-та. –1978. – № 27. – С. 51 – 60.
252. Отчет о научно-исследовательской работе: Разработать агро-мелиоративные методы оптимизации водного, теплового балансов и пищевого режимов переувлажненных земель в целях получения планируемого урожая сельскохозяйственных культур в Центральном Полесье УССР / Долгилевич М.Й. Дорощенко В.В., Дидора В.Г. и др. – Житомир, 1977. – 70 с.
253. Пабат І.А. Ґрунтозахисна система землеробства. –К. : Урожай, 1992. –158с.
254. Персанов В.М., Андреева Т.Ф. Влияние условий фосфорного питания на фотосинтез и рост в связи с продуктивностью растений // Минеральные элементы и механизм фотосинтеза. – Кишинев, 1969. – С. 22 – 31.
255. Петин Н.С., Бровцина В.Л. Продуктивность фотосинтеза риса при разной густоте посева // Фотосинтез и вопр. продуктивности растений. – М., 1963. – С. 105 – 121.

256. Петрова Л.И. Удобрения льна-долгунца. – М. : Россельхозиздат, 1975. – 38 с.
257. Петрова Л.И., Бирюкова А.И. Дозы удобрений и урожай // Лен и конопля. – 1986. – № 1. – с. 24 – 25.
258. Попов А.И., Нугис Э.Ю., Махлак-Суите А.Х. Воздействие колес машин на почву // Земледелие. –1977. –№ 2. – С. 77 – 79.
259. Попов А.Ф., Малієнко А.М., Плішко М. К. Система обробітку ґрунту на Поліссі // Обробіток ґрунту в системі інтенсивного землеробства. 1986. – С. 67 – 92.
260. Попов И.И. Глубина и способы основной обработки почвы черного пара // Земледелие. –1979. –№ 4. – С. 33 – 34.
261. Попов Н.Н. Суточная ритмика роста кукурузы в зависимости от внешних факторов // опр. физиологии с.-х. растений. – Казань, 1965. – С. 211 – 219.
262. Попов П.М., Кудря С.А., Ворона Л.И. Влияние глубины пахотного слоя дерново-подзолистой почвы на урожайность картофеля // Картофелеводство. –1974. –№ 5. – С. 77 – 80.
263. Почвозащитные технологии возделывания основных сельскохозяйственных культур / Бей А. А., Любин В.М, Щербаков В. И. и др. // Эрозии – заслон. – Донецк: Донбасс, 1979. – С. 83 – 103.
264. Починок Х.Н. К газометрическому определению интенсивности фотосинтеза в естественных условиях // Пути повышения интенсивности фотосинтеза: – К., 1959. –Т. 16. – С. 115 – 124.
265. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений. – К. : Наук. думка, 1976 – 333 с.
266. Починок Х.Н. Определение интенсивности фотосинтеза у целых листьев и целых растений // Пути повышения интенсивности фотосинтеза : Науч. тр. – К. 1959. – Т. 16 – С. 81 – 100.
267. Починок Х. Н. Установка для газометрического определения фотосинтеза в естественных условиях // Пути повышения интенсивности фотосинтеза: Науч. тр. –К., 1959. –Т. 16. – С. 101 – 114.
268. Пристер Б.С. и др. Ветроэрозионные процессы и особенности создания оптимальных комплексных решений

- охраны почв в зоне загрязнения радионуклидами // Проблемы сельскохозяйственной радиоэкологии. Укр. НИИ с.-х. Радиоэкологии: Сб. науч. трудов. – Киев, 1991. – С. 64 – 74.
269. Проведение научных исследований на мелиорированных землях избыточного увлажнения части СССР // Метод. указания. НИИ с.-х. использования мелиорированных земель. – М., 1984. – 163 с.
270. Прогноз возможных потерь почвы от ветровой эрозии в степной зоне Украины: Методические указания. – Харьков, 1993. – 83 с.
271. Пруцков Ф.М., Осипов И.П. Интенсивная технология возделывания зерновых культур. – М. : Росагропромиздат, 1990. – 336 с.
272. Пумпянская С.Л., Радомысльская Т.М. Устройство для непрерывной регистрации толщины стебля в процессе роста // Сб. по агр. физике. – Л., 1968. – Вып. 15. – С. 198 – 200.
273. Пупонин А.И. Научные и практические основы совершенствование обработки почвы в интенсивном земледелии Центрального района Нечерноземной зоны : Автореф. дис. д-ра с.-х. наук. – Кишенев, 1986. – 50 с.
274. Пупонин А.И. Обработка почвы в интенсивном земледелии Нечерноземной зоны. – М. : Колос, 1984. – 184 с.
275. Пушняк Л.Ф. Влияние минерального питания на динамику накопления зеленых пигментов фотосинтетического аппарата растений подсолнечника в онтогенезе // Физиология обмена веществ и продуктивность растений. – Кишинев, 1972. – С. 42 – 53.
276. Рабачев И.С., Бахтин П.У. Индустриализация земледелия и плодородия почв // Проб. земледелия. – М. : Колос, 1978. – С. 157 – 160.
277. Радаев Ю.П. Биометрический фотометр / А. С. 1069697 СССР МКИ А 0167 / 100. Заявл. 18. 11. 80; Опубл. 30. 01. 84, Бюл. № 4.
278. Разуплотнение корнеобитаемого слоя почвы / Гордеев А.М., Вьюгин С.И., Прудникова А.Г., Белокопытов В. Н. // Земледелие. – 1989. – № 9. – С. 49 – 51.

279. Ревенский Л.Е., Охинько И.П. Влияние плоскорезной обработки почвы на мобилизацию нитратного азота // Совершенствование зональных почвозащитных технологий возделывания полевых культур. – Целиноград, 1982. – С. 3 – 15.
280. Ревут И.В. Физика почв. – Л. : Колос, 1972. – 256с.
281. Рогаш А.Р. Ботаническая и хозяйственная характеристика, биологические особенности льна // Льноводство. – М., 1967. – С. 47 – 84.
282. Роговин З.А. Химия целлюлозы. – М. : Химия, 1972. – 519с.
283. Рожко В.І. Удосконалення біологічного способу приготування льнотрести : Дис. канд. с.-г., наук: 05. 18. 03. – К., 1999. – 154 с.
284. Розанов Б.Г. Методические основы контроля за состоянием почвенного покрова // Методы изучения дефляции и охрана почв. – Алма-Ата: 1986. – С. 3 – 11.
285. Роль листьев, стеблей и колосьев озимой пшеницы в фотосинтезе посева / Митрофанов Б. А., Гуляев Б.И., Маковская М.А. и др. // Пути повышения интенсивности и продуктивности фотосинтеза. – К. : Наукова думка, 1969. – Вып. 3. – С. 69 – 86.
286. Роль микроорганизмов при мочке льна / Берг А.А., Крутикова Л.П., Лопатина Г.В., Шакарова М.М. // Микробиология на службе сельского хозяйства. – М., 1946. – С. 64 – 77.
287. Ромашка Э. Влияние глубокого рыхления на воднофизические свойства тяжелых дренированных почв // Комплекс. мелиорация с.-х. земель. – Елгова, 1980. – С. 3 – 24.
288. Росс Ю.К. Радиационный режим и архитектура растительного покрова. – Л. : Гидрометеоиздат, 1975. – 342с.
289. Росс Ю.К., Нильсон Т.К теории радиационного режима растительного покрова // Исследование по физике атмосферы. – Тарту, 1963. – № 4. – С. 42 – 64.
290. Сабинин Д.А. Минеральное питание растений. – М.; Л. : Изд-во АН СССР, 1940. – 307с.
291. Сабинин Д.А. О ритмичности строения и роста растений // Ботан. журнал. – 1957. – Т. 42, вып. 7. – С. 17 – 25.
292. Сабинин Д.А. Физиология развития растений. –М. : Изд-во АН СССР, 1963. –196с.
293. Савельев И.В. Курс общей физики. – 4-е изд., перераб. – М. : Наука, 1970. – Т. 1. – 512с.

294. Сдобников С.С. Обработка почв и питание растений // Земледелие. – 1980. – № 8 – С. 18 – 21.
295. Сизов И.А. Итоги исследований по лубяным культурам // Вестн. с.-х. науки. –1968. –№ 1. – С. 18 – 24.
296. Сизов И.А. Управление ростом и развитием льна в онтогенезе // Вест. с.-х. науки. –1967. –№ 4. – С. 46 – 53.
297. Сизов И.А. Прохождение световой стадии сортами льна // Агробиология. –1954. – № 1. – С. 60 – 67.
298. Система ведения сельского хозяйства Белорусской ССР. – Минск: Урожай, 1981. – 277 с.
299. Созыкин Н.Ф. Гидролитическое значение лесной подстилки и физических свойств лесных почв // Водный режим в лесах: тд. ВНИИЛХ. – Пушкино, 1939. – Вып. 8. – С. 129 – 133.
300. Соловьев А.Я., Клятис Л.М. Учебная книга льновода. –М. : Колос, 1980. – 252 с.
301. Соловьев А.Я. Льноводство. – М. : Агропромиздат, 1989. – 319 с.
302. Сорочкин В.М. Равновесная плотность дерново-подзолистых почв и ее изменение при обработке // Почвоведение. –1982. – № 2. – С. 129–133.
303. Сосновская М.В. Выявление оптимальных площадей питания льна-долгунца для почв с разной степенью окультуренности в условиях Северо-восточной части БССР: Автореф. дис. . канд. с.-х. наук . – Жодино, 1974. – 22с.
304. Софинская В.И. Изменчивость количественных признаков у льна-долгунца под влиянием метеорологических факторов и географических условий // Тр. по приклад. ботанике, генетике и селекции. – Л., 1963. – Т. 35, вып. 3. – С. 75 – 82.
305. Справочник льновода / Под ред. А. М. Старовойтова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск: Урожай, 1987. – 239 с.
306. Станев В., Цветкова О. Изменение ряда показателей фотосинтетической деятельности подсолнечника в зависимости от недостатка азота, фосфора и калия в питательном растворе // Физиология растений. – София, 1978. – 14, вып. 4. – С. 3 – 11.
307. Стрельченко В.П. Ґрунтово-екологічні основи системи землеробства Полісся України: Автореф. дис. д-ра с.-г. наук. – К., 1994. – 48 с.

308. Стрельченко В.П. Методичні поради по освоєнню ґрунтозахисних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах Волинського Полісся. – Луцьк, 1990. – 27 с.
309. Стрельченко В.П., Кожушко Н.И., Хризман С.А. Влияние органических остатков на плотность легких дерново-подзолистых почв // Почвоведение. – 1989. – № 9. – С. 52 – 57.
310. Стрельченко В.П., Орлянский А.А., Кожушко Н.И. Способ обработки легких почв при возделывании льна и люпина. А.С.1371548, АОІВ 79/02. – 1988, – Біол. № 5.
311. Строганова Л.Е. Основные элементы фотосинтетической продуктивности картофеля // Проблемы фотосинтеза. – М.; 1959. – С. 434 – 447.
312. Суини Б., Гостингс Дж. Влияние температуры на суточные ритмы // Биологические часы: Пер. с англ. – М., 1964. – С. 153 – 181.
313. Сытник К.М. Физиолого-биохимические основы роста растений. – К. : Наук. думка, 1996. – 271с.
314. Сяглов В.А. Влияние уровня азотного питания и густоты стояния растений на продуктивность и некоторые показатели фотосинтетической деятельности кукурузы // Агрехимия. – 1979. – № 4. – С. 25 – 30.
315. Такеси Х. Системные экологические исследования взаимосвязи погодных условий и растений, в частности, их фотосинтеза, трансформации и роста // Ноге гидзоку кэнкюдес хококу. – 1981. – С. 139 – 159.
316. Тарарико А.Г. Почвозащитное земледелие на склоновых землях Лесостепной зоны Украинской ССР : Дис. доктора с.-г. наук. – К., 1985. – 433с.
317. Тараріко О.Г., Міронов Г.І., Перерва Т.В. Розподіл фосфору і калію в орному шарі ґрунту при плоскорізному та полицевому обробітку // Вісн. с.-г. науки. – 1980. – № 8. – С. 4 – 7.
318. Тихомирова В.Я. Потребление питательных веществ растениями льна в процессе вегетации // Агрехимия. – 1975. – № 1. – С. 99 – 104.
319. Тихомирова В. Я. Углеводно-белковый обмен льна, выход волокна и анатомическое строение стебля в связи с условиями азотного питания // Физиология и биохимия культурных растений. – 1972. – Т. 4., вып. 5. – С. 550 – 553.

320. Тооминг Х.Г. Солнечная радиация и формирование урожая. – Л. : Гидрометеиздат 1977. – 200с.
321. Трифонов Н.П. Температурные условия онтогенеза льна / Тр. ВНИИЛ. – Торжок, 1973. – Вып. 11. – С. 197 – 206.
322. Труш М.М. Новая технология уборки льна-долгунца // Лен и конопля. – 1983. – № 2. – С. 36 – 38.
323. Труш М.М. Справочник льновода. – Л., 1985. – 239 с.
324. Труш М.М., Каминская М.Е. Технология производства льна-долгунца – достижения, проблемы, задачи // Вестник с.-х. науки. – 1985. – № 8. – С. 76 – 81.
325. Турецкий Р.Л. Механизация агроメリоративных работ на тяжелых минеральных почвах // Химия в сельском хозяйстве, 1986. – Т. 24, № 4. – С. 33 – 35.
326. Удобрение льна-долгунца / Л.И. Петрова, О.Ю. Сорокина, Л.А. Глазова, А.И. Бирюкова // Химия в сельском хозяйстве, 1986. – Т. 24, №4. – С. 33 – 35.
327. Устенко Г.П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах как основа формирования высоких урожаев // Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. – М., АН СССР, 1963. – С. 37 – 70.
328. Фисюнов А.В. Нужен дифференцированный подход // Земледелие. – 1982. – № 9, – С. 24 – 26.
329. Фоменко Л.Д. Производство льна на осушенных землях. – М. : Колос, 1982. –141с.
330. Фоменко Л.Д., Науменко М.Д. Эффективные способы обработки почвы // Картофель и овощи. – 1982. – № 9. – С. 6 –7.
331. Фоменко Л.Д., Науменко М.Д. Совершенствование обработки почвы в Западном Полесье УССР // Земледелие. – 1986. –№ 4. – С. 27 – 29.
332. Фоменко Л.Д., Струков А.В. Индустриальная технология производства льносырья. – Л. : Агропромиздат, 1987. –101с.
333. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / Ничипорович А.А., Строгантова Л.Е., Чмора С.Н., Власова М.П. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 132с.
334. Фрей-Висслинг А., Мюлеталер К. Ульструктура растительной клетки. – М.: Мир. 1968. – 453с.
335. Цонева П.Н. Влияние на калия вверху растежа на листа, хлорофилного содержание и активнота на хлорофилазата

- призахарного цвекло // Тодишин / Софійск. ун-га, біолог. фак. – 1971 – 1972. – № 66. – С. 117 – 157.
336. Черненко В.Г. Способы внесения минеральных удобрений в сухостепной зоне Северного Кавказа // Агротехника. – 1977. – № 1. – С. 100 – 106.
337. Черненко В.Г., Брусиловский Ш.И. Глубокое рыхление осушаемых тяжелых почв. – М.; Колос, 1983. – 62 с.
338. Чернілевський Н.С. Способи обробітку ґрунту і продуктивність сівозмін // Вісник с.-г. науки. – 1988. – № 4. – С. 12 – 14.
339. Чернилевский Н.С. Изучение способов обработки почвы в Полесье Украины // Земледелие. – 1986. – № 12. – С. 35 – 36.
340. Чернілевський М.С. Ефективність тривалої мінімалізації основного обробітку ґрунту в центральних районах Полісся України // Вісник аграрної науки. – К., 1995. – 1995. – № 12. – С. 20–24.
341. Шатилов И.С., Каюмов М.К. Программирование урожаев – в колхозы и совхозы // Земледелие. – 1977. – № 11. – С. 54 – 57.
342. Шатилов И.С. Водопотребление и транспирация растений в полевых условиях // Научные основы программирования урожаев с.-х. культур. – М., Колос, 1978. – С. 53 – 66.
343. Шатилов И.С. Принципы программирования урожайности // Весник с.-х. науки. – 1973. – № 3. – С. 8 – 12.
344. Шатилов И.С. Экологические, биологические и агротехнические условия получения запланированных урожаев // Изв. ТСХА. – 1970. – Вып. 1. – С. 68.
345. Шведас А.И. Закрепление почв на склонах. – Л. : Колос, 1974. – 183 с.
346. Шевелуха В., Маханько Л. Суточная периодичность линейного роста картофеля и ее связь с ходом формирования урожая // Физиология растений. – 1972. – Т. 19, вып. 1. – С. 78 – 88.
347. Шевелуха В., Маханько Л. Ауксанографический метод Контроля // Картофель и овощи. – 1971. – № 7. – С. 14 – 17.
348. Шевелуха В.С. Ауксанография – метод изучения и контроля за ростовыми процессами у растений и его применение в биологии и растениеводстве. // Материалы семинара преподавателей кафедр растениеводства сельскохозяйственных вузов. – М., 1970. – С. 150 – 159.

349. Шевелуха В.С. Закономерности ростовых процессов и продуктивность сельскохозяйственных растений // Физиолого-генетические основы повышения продуктивности зерновых культур: Науч. тр. – ВАСХНИЛ. – М, 1975. – С. 25 – 34.
350. Шевелуха В.С. Изучение суточной периодичности и ритмичности роста листьев и корнеплодов свеклы ауцанографическим методом // Физиология растений. – 1970. – Т. 17, вып. 1. – С. 198 – 207.
351. Шевелуха В.С. Контроль за водообеспеченностью растений и оценка их засухоустойчивости ауцанографическим методом // Физиология растений – 1971. – Т. 18, вып. 1. – С. 147 – 157.
352. Шевелуха В.С. О некоторых актуальных вопросах изучения физиологии роста растений // Биология и агротехника с.-х. культур. – Горки, 1970. –Т. 64. – С. 52 – 60.
353. Шевелуха В.С. О сущности процесса роста и значения закона большого периода роста для растениеводства // Научн. тр. Белорус. с.-х. акад. – Минск, 1967. – С. 211 – 217.
354. Шевелуха В.С. Периодичность роста сельскохозяйственных растений и пути ее регулирования. –2-е изд., доп. – М. : Колос, 1980. – 455 с.
355. Шевелуха В.С. Рост растений как функция времени и колебательный процесс // Периодичность и ритмичность роста с.-х. растений. – Горки, 1973. – С. 149 – 158.
356. Шевелуха В.С., Ковалев В.М. Экзогенные и эндогенные ритмы роста озимой пшеницы при выращивании в полевых и искусственных условиях. // Вопросы удобрения, обработки почвы и севооборотов в Белоруссии: Тез. Докл. 1-й Респ. науч. конф. членов НТО сел. хоз-ва. –Жодино, 1970. – С. 252 – 257.
357. Шевелуха В.С., Ковалев В.М. Суточная периодичность роста и ход формирования урожая озимой пшеницы в нечерноземной зоне. // Научн. докл. высшей школы. Биолог. науки. – 1970. – № 10 – С. 75 – 79.
358. Шевелуха В.С., Ковалев В.М. Суточная и онтогенетическая периодичность роста и ход накопления урожая у озимой пшеницы // Вопросы морфологии, роста и развития растений: сб. науч. тр. – Горки, 1971. – т. 78. – С. 116 – 133.

359. Шевелуха В.С., Шевелуха Т.А. Суточный ритм линейного роста ячменя в полевых условиях // Периодичность и Ритмичность роста растений. – Горки, 1973. – С. 37 – 42.
360. Шевелуха В.С., Шевелуха Т.А. Ауксанографический метод контроля за ростом полевых культур // Биология. – 1968. – Т. 3, № 3. – С. 417 – 423.
361. Шевелуха В.С., Маханько Л.А. Суточная периодичность и ритмичность роста надземных органов и клубней картофеля в полевых условиях. // Вопр. морфологии, роста и развития растений : Сб. науч. тр. – Горки, 1971. – Т. 78. – С. 134 – 143.
362. Шевелуха В.С. Проблема растениеводства в свете современных достижений физиологии растений // Весці академії наук БССР –1975. – № 3. – С. 5 – 14.
363. Шевчук Я.Я., Кукса Н.Б., Хилевич В.С. Густота посева и качество льна // Науч. тр. УСХА. Биология и агротехника овощных и технических культур в Полесье и Лесостепи УССР. – 1974. – Вып. 128. – С. 63 – 66.
364. Шерстиникина А.В. К вопросу о формировании фотосинтетического аппарата в связи с условиями минерального питания // Весці АН БССР. Сер. Біял. навук. – 1968. – № 5. – С. 88 – 94.
365. Шикун М.К., Назаренко Г.В. До питання періодичності мінімального обробітку чорноземів типових // Вісник с.-г. науки. – 1986. – № 4. – С. 10 – 17.
366. Шиятый Е.И., Полянський А.К. Почвозащитная эффективность пожнивных остатков различных культур // Агрочвоведение и мелиорация солонцов. – Целиноград, 1975. – С. 144 – 148.
367. Шиятый Е.И. Прогнозирование ветроэрозионных процессов применительно к проектированию почвозащитных мероприятий // Эффективность почвозащитной системы земледелия в степных районах СССР. – Целиноград, 1976. – С. 50 – 51.
368. Шульгин И.А. Солнечная радиация и растение. – Л. : Гидрометеоиздат, 1967. – 179 с.
369. Щерба С.П. Про методологічні засади аналізу мислення // Творче, практичне і критичне мислення: Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. Житомир, 23 – 24 верес. 1997р. – Житомир, 1977. – С. 3 – 7.

370. Щербак И.Е. Почвозащитная технология возделывания зерновых культур в южных районах Украины. – М.: Колос, 1979. – 240 с.
371. Щербаков А.П., Кислых Е.Е. Эффективное плодородие почв: Методологические аспекты. – М.: Агропромиздат, 1990. – 72 с.
372. Юршис И.А., Бубен Т.М., Пайкова М.А. Влияние доз, сроков внесения минеральных удобрений на урожай и качество волокна на супесчаных почвах// Селекция, возделывание, сборка и переработка льна: Сб. науч. тр. – Минск, 1990. – С. 60 – 68.
373. Явтушенко В.Е. Эффективность удобрений на фоне почвозащитной обработки почвы // Земледелие. – 1988. – № 10. – С. 45 – 47.
374. Явтушенко В.Е., Шептухова Л.Г. Влияние уплотнения почвы на ее плодородие. Эффективность удобрений и урожайность сельскохозяйственных культур // Агрехимия. – 1987. – № 6. – С. 93 – 101.
375. Яровенко В.В., Зильберварг Р.Е., Крайнюк М.С. Почвозащитная обработка в предгорной зоне Крыма // Земледелие. – 1984. – № 8. – С. 26–28.
376. Ярош Н.П., Кузнецова Н.В., Рыкова Р.П. Накопление углеводов и лигнина в стеблях сортов льна-долгунца с различной устойчивостью к полеганию // Тр. по прикладной ботанике генетике и селекции. –Л., 1975. –Т. 55, вып. 1. – С. 111 – 121.
377. Aase J. Relationship between laet area and dry matter in winter wheat // Agron. – 1978. – V. 70. – № 4. – P. 563 – 565.
378. Ball N., Dyke G. The effects of decapitation, lack of oxygen, and low temperature on the endogenous 24-hour rhythm in the growth rate of the *Avena coleoptil* // G. Exper. Bot. –1957. № 8. P. 323 – 338.
379. Birecka H., Skupinska J., Bernstein. Photosyntetic activity and productivity before and after ear emergence in spring barley // Acta Soc. bot. polon. –1967. – № 2. – 387 p.
380. Black J.R., Rotz S. A., Christenson D. Results of an economic comparison of conventional and chiselpow conservation tillage systems in the Southeast Saginaw coastal drainage basin // A. systems approach to conservation tillage. – 1985. – P. 191 – 213.

381. Bosian G. Über die Vollautomatisierung der CO₂ assimilations Bestimmung und zur Methodik Planta. – 1955. – Bel. 45. – S. 470 – 492.
382. Bottrill D., Possingham J., Kriedeman P. The effect of nutrient deficiencies on protosynthesis and respiration in spinach // Plant and soil. – 1970. – V. 32. –P. 424 – 438.
383. Bottrill D., Possingham J. The effects of mineral deficiency and leaf age on the nitrogen and chlorophyll content of spinach chloroplasts // Biochim. Biophys. Acta., – 1969. – V. 189, – № 1. – P. 80 – 84.
384. Battrose M.S., May J.H. Seasonal Variations in estimates of cereol ear photosynthesis // Ann. Bot. – 1965. – 29. – № 113. – P. 78 – 81.
385. Bergey's. Manual of Determinative Bacteriology. –Ed. 6, Baltimore, –1948, –S. 62 – 67.
386. Brouwer R. Beziehung zwischen Spore- und Wurzelwachstum // Angew. Bot. – 1968, –41 c.
387. Brown F. A. G. Living clocky // Science. – 1959. – P. 1535 – 1544.
388. Bunning E. Tagesperiodische Bewegungen // Encyclopedia of Plant Physiology. XVII 1. Springer-Verlag, Germany. – 1959. – P. 579 – 656.
389. Bunning E., Ruddat M. Weitere Experimente zur Deitung der physiologischen Uhr als Kippschwingungssystem // Zeit. F. Naturf. (in press). –1960. –371c.
390. Bunning E., Tazawa M. Über den Temperatureinfluss auf die endogene Tagesrhythmik bei Phaseolus // Planeta. – 1957. – 50. – P. 107 – 121.
391. Bunsow R. Endogene Tagesrhythmik und Photoperiodismus bei Kalanchoe blossfeldiana // Planta, – 1953. – 42 – P. 220 – 252.
392. Champingni M., Moysse A. Influence de la carence en azote sur les activités de carboxylation et de transamination des chloroplastes isolés des feuilles de Bryophyllum // Zeitsch. Pflanzenphysiol. – 1967. – Bd. 57, № 3. – S. 280 – 296.
393. Didora V. G. Intensity of Solar radiation and photoactivity of hops. Referatyvnyi Zhurnal, 55. Rasteniievodstvo. – 1986. – № 8 – P. 13 – 16.

394. D. Zachar. Soil erosion. – Amsterdam, Oxford, New York, 1982. – 547 p.
395. Fischer R. Stomatal opening. Role of potassium uptake by guard ceells. – Science, 1968. – V. 160. – № 3839. – P. 784 – 786.
396. Hartt C. Translocation of carbon ⁻¹⁴ in sugarcane plants supplied wiht or deprived of phosphorus // Plant physid. – 1972. – V. 49, № 4. – P. 569 – 571.
397. Hatch M.D. and Slack C.R. Phytosynthetic CO₂ fixation pathways // Ann. Rev. Plant Physiol., 1970. –21, № 1. –141p.
398. Kato T. Physiological studies on the bulbing and dormaney of onion plant. The relations,between nitrogen compounds, and aux. in and the bulbing phenomenon // J. Japan. Soc. Hortic., 1965. – V. 34, № 1. – P. 3 – 18.
399. Koskinen W.C., Meworter C.G. Weed control in conservation tillage // J. Soil Water conserw., 1986. – P. 365 – 370.
400. Leinweber F.G., Uber fie Temperaturabhängigkeit der Periodenlange bei der endogenen Tagesrhythmik Von Phaseolus. // Zeit. f. Bot., 44, 1956. – P. 337 – 364.
401. MacRobbie E. The nature of the coupling between light energy and activation transport in Nitella tranclucens // Biochim. Biophys. Acta. – 1965. – № 94. – P. 64 – 73.
402. Nevins D., Loomis R. Nitrogen nutrition and photosynthesis in sugar beet (Beta vulgaris) // Crop Science. – 1970. – V. 10, № 1. – P. 21 – 25.
403. Pirson A. Photosynthese und mineralische Faktoren // Ruhland Handbuch pflanzenphysiol. – 1960. – Bd. 5. № 2. – S. 123 – 151.
404. Sachs I. Die Vorubergehenden Starre–Zustandepriodisch beweglicher und reizbarer Planzenorgane. 11 // Die vorubergehende Dunkelstarre Flora, 30, 1863. – 46 p.
405. Schmidle A. Die Tagesperiodizitat der asexuellen Reproduktion von Pilobolus sphaeosporus // Arch. f. Microbiol. – 1951, 16 – P. 80 – 100.
406. Schober E., Menzel K. Der Einfluss der wassererhaltenizze auf die Flachspflanze // Faserforschung und Textiltechnik. – 1955 – Bd. 6 № 11 – S. 479 – 489.
407. Sidiras N., Heinzman F. X Kahnl I . The importance of winter crops for controlling water erosion, and for the summer crops on

- two oxisols in Parana, Brazil L. // *Askerpflanzenbau*. – 1975. – P. 205 – 214.
408. Simpson G. Association between grain yield per plant and photosynthetic area above flagleaf node in Wheat // *Canadian I. Plant Science*. – 1968. – V. 48, № 3. – P. 21 – 26.
409. Smille R Photosynthetic respiratory activity of growing pea leaves // *Plant Physiol.* – 1962. – V. 37. – P. 716 – 724.
410. Suskevis M., Kos M. Results of minimum tillage Czechoslovakia // *Sci. Agr. Bohemoslovakia*. – 1982. – V. 14, № 4. – P. 261 – 264.
411. Thomas G., Coleman N., Jackson W. Influence of magnesium, potassium and nitrogen on phosphoenolpyruvate-stimulated carbon dioxide fixation // *Argon. G.* – 1959. – V. 51, № 10. – P. 591 – 594.
412. Thorne., Brady C.E., Milthorpe F.L. Stomatal metabolism: Primary carboxylation and enzyme activities // *Austr. j. Plant. Physiol.* – 1978, – № 4. – P. 485 – 493.
413. Vogen G. Richtige Bodenbearbeitung und Aussaat zur Einfaltung des Saattiete bei Winterroggen // *Feldwirtschaft*. – 1984. – Bd. 25, № 8 – S. 350 – 362.
414. Ward G. Potassium in plant metabolism // *Canad. Journ. plant Sci.* – 1960. – V. 40, № 4. – P. 729 – 735.
415. Went F.W. The periodic aspect of photoperiodism and thermoperiodicity // *Photoperiodism and Related. Phenomena in plants and Animals*, ed. Withron. Washington, A. A. S., 1959. – P. 551 – 564.
416. Lorcher L. Die Wirkung verschiedener Lichtquantitäten auf die endogene Tagesrhythmik von *Phaseolus* // *Z. f. Bot*, 46, 1958. – P. 209 – 241.

Зміст

Передмова	3
Вступ	6
Основний зміст роботи	15
Розділ 1. Програма, методика та умови проведення досліджень	15
1.1. Метеорологічні умови	22
1.2. Метод ауксанографії	27
1.3. Удосконалення ауксанографа та його застосування	35
1.4. Коливальні процеси у біологічних системах	38
1.5. Фотосинтетична діяльність посівів і методи визначення площі листової поверхні	42
1.6. Удосконалення і конструювання приладу визначення площі листкової поверхні льону-довгунця	49
1.7. Методика визначення інтенсивності фотосинтезу	54
1.8. Методика визначення цезієвої активності льонопродукції	57
Розділ 2. Періодичність росту і розвитку льону-довгунця залежно від абіотичних факторів	59
2.1. Добова періодичність росту	59
2.2. Сонячна радіація та фотоактивність ростових процесів	69
2.3. Ростові реакції льону-довгунця на температурний фактор і вологість повітря	76
2.4. Періодичність росту, фотосинтез та вуглеводний обмін	89
Розділ 3. Особливості росту та продуктивність льону-довгунця залежно від системи обробітку ґрунту	101
3.1. Вплив основного обробітку ґрунту на гранулометричні властивості, вологозабезпеченість та добову періодичність росту	103

3.2. Продуктивність та якість продукції залежно від обробітку ґрунту	127
3.3. Вплив агро меліоративних прийомів на водно-фізичні властивості дерново-глейових ґрунтів й періодичність росту і продуктивність	143
3.4. Передпосівний обробіток ґрунту, періодичність росту і продуктивність	161
Розділ 4. Обґрунтування продукційного процесу льону-довгунця залежно від обробітку ґрунту, системи застосування мінеральних добрив і щільності фітоценозу	172
4.1. Вплив обробітку ґрунту і добрив на його родючість	172
4.2. Вплив мінерального живлення на формування фотосинтетичного апарату	182
4.3. Залежність вуглеводного обміну від мінерального живлення й обробітку ґрунту	193
4.4. Добова періодичність росту залежно від обробітку ґрунту і мінерального живлення	199
4.5. Продуктивність льону-довгунця залежно від мінерального живлення	207
4.6. Продуктивність льону-довгунця залежно від щільності фітоценозу	218
Розділ 5. Виробництво льонопродукції при різних рівнях радіоактивного забруднення навколишнього середовища	232
5.1. Радіологічна оцінка ґрунтів Полісся	232
5.2. Ріст і розвиток льону-довгунця та нещільнокущових злакових трав у радіоактивно забрудненій зоні	239
5.3. Урожай та технологічні показники якості льону-довгунця у сумісних посівах	249
5.4. Радіоактивність льонопродукції	253

Розділ 6. Урожай і якість льонопродукції залежно від прийомів мацерації в зоні радіоактивного забруднення	259
6.1. Урожай і якість трести льону-довгунця залежно від створення зеленого покриву на льонищі	259
6.2. Технологічні показники якості волокна льону-довгунця залежно від прийомів росяного мочіння	268
Розділ 7. Енергетична та економічна ефективність виробництва льону-довгунця	272
7.1. Енергозберігаюча технологія вирощування льону-довгунця	272
7.2. Енергетична оцінка вирощування льону-довгунця	280
7.3. Економічна ефективність виробництва льону-довгунця	290
Висновки	305
Додаток А	310
Додаток Б	367
Список використаної літератури	375

Наукове видання

**Віктор Григорович
ДІДОРА**

**АГРОЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ
ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ
ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ В ПОЛІССІ УКРАЇНИ**

Редактори	Л.В. Якубовська, О.В. Кравчук
Макетування	О.Л. Іскрижицька
Обкладинка	О.П. Осьмук

Підписано до друку 17.01.2008. Формат 60×84/16.
Гарнітура Times New Roman. Папір офсетний.
Умов. друк. арк. 23,95
Наклад 300. Зам. № 99

Державний вищий навчальний заклад
“Державний агроєкологічний університет”
10008, м. Житомир, бульвар Старий, 7, тел. (0412)374944
Свідоцтво від 18.04.2008, серія ДК № 2830