

УДК 633.34:631.452

В. Г. Дідора

д. с.-г. н.

І. Ю. Деробон

к. с.-г. н.

Л. Д. Саврасих

аспірантка\*

Житомирський національний агроекологічний університет

### ФАКТОРИ ПІДВИЩЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ ЗА ВИВЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

*Представлені матеріали досліджень із вивчення ранньостиглих сортів, норм та строків сівби сої на ясно-сірих ґрунтах Полісся України. Встановлені оптимальні строки і норми висіву ранньостиглих сортів сої, за температури ґрунту 12 °С і норми висіву 800 тис. шт. Урожайність сорту КиВін становила 3,05 т/га, за рахунок симбіотично фіксованого з атмосфери азоту бульбочковими бактеріями в ґрунті його залишається 118 кг/га, що еквівалентно 347 кг аміачної селітри, вартість якої становить 3296 грн/га.*

**Ключові слова:** сорти, строки, норми висіву, температура ґрунту, урожайність, біологічний азот.

#### Постановка проблеми

Застосування біологічних агрозасобів вважається ознакою високорозвиненої економіки країни. Від цього залежать обсяги виробництва удобрювальних, захисних і стимулюючих біопрепаратів. Так, в Австралії виробляють близько 6 млн га – порцій біопрепаратів, у Канаді – 4 млн, Угорщині – понад 200 тис., Великобританії, Югославії, Румунії та Польщі – по 500 тис., Індії – 3 млн, в Україні – близько 200 тис. га порцій біопрепаратів [1].

Біозотні добрива на основі бактерій, які фіксують молекулярний азот атмосфери, здатні забезпечувати себе і біосферу зв'язаними формами азоту, а єдиний спосіб накопичити додатковий – перетворити його у специфічну речовину ґрунту – гумус.

Бульбочкові бактерії бобових рослин першими почали використовуватися для виготовлення біодобрива, оскільки вони виявляються візуально та забезпечують доволі високий рівень накопичення азоту, зокрема, 70–280 кг/га – у сої, до 40–70 – у горосі, до 200–350 кг/га – у люцерни на другому році культивування тощо [2].

У США потреби сільського господарства в азоті покривають лише на 30% завдяки мінеральним добривам, на 25 – органічним добривам і на 45–біологічному азоту. Лише під бобові культури у США щорічно застосовують

---

© В. Г. Дідора, І. Ю. Деробон, Л. Д. Саврасих

\* Науковий керівник – доктор с.-г. наук С. І. Веремєєнко

близько 1 млн га – порцій біопрепаратів (оптімайз, графекс), в Україні – близько 150 тис. га (ризобофіт, біомагся, ековітал); у Мексиці – цнітрагін і парадр, Уругваї і Аргентині – нітросол і нітрум, Новій Зеландії – ризокоут, Австралії – тропікал-інокулянте, нодулайт і нітроджерм, Індії – арісс агро, Єгипті – окадин, Угорщині – ризоніт-тороре, Російській Федерації – ризоторфін [3]. У світових ресурсах біологічно фіксованого азоту усіма зернобобовим культурами частка сої складає 16,9 млн т або 70%. У США посіви сої біологічно фіксують 5,4 млн т азоту.

Відомо, що соя є джерелом збалансованого за амінокислотним складом вмістом білку і жиру, але найважливіша біологічна особливість – фіксація атмосферного азоту.

Бактеріальні препарати – екологічно безпечні добрива комплексної дії, оскільки мікроорганізми, на основі яких вони створені, не тільки фіксують азот атмосфери або трансформують фосфати ґрунту, а й продукують амінокислоти, рістактивуючі сполуки та речовини антибіологічної природи, що стримують розвиток фітопатогенів. Так, препарати, азотофіксатори (ризогумін, ризобофіт, ризоаргін, азобактерин, дізотобактерин, діазофіт, ризоторфін, флавобактерин, мізорин, азоризин та ін.), виготовлені на основі азотофіксуючих бактерій, мають багатфункціональний вплив на розвиток і формування рослин [4].

За останні 50 років посіви сої збільшилися з 23,8 га до 102,4 млн. га з урожайністю 1,68–2,55 т/га. В структурі світового виробництва олійних культур соя займає 58%.

Відомо, що соя на гектарі залишає 80–120 кг азоту, що прирівнюється до 10–15 т органічних добрив. Якщо висівати сою в Україні на площі 2,2 млн. га, як передбачено планом на 2020 роки, то це означає, що ґрунт одержить обсяг азоту, еквівалентний 546 тис. тонн аміачної селітри на суму понад 1 млрд грн.

Вирощування сої на Поліссі України набуває поширення і вимагає доробки і удосконалення сортової технології вирощування, зокрема, за рахунок адаптованих та пластичних сортів до абіотичних факторів, визначення оптимальних строків сівби, щільності фітоценозу, інокуляції насіння, норм висіву насіння та елементів живлення.

### **Аналіз останніх досліджень та публікацій**

Формування високого врожаю сої значно залежить від забезпеченості росту і розвитку рослин абіотичними факторами [5, 6].

Вибір строків сівби залежить від зони вирощування, вимог сортів до температурного режиму у період сходів, тривалості дня, ґрунтових і погодних умов регіону. Більшість дослідників вважають основним критерієм настання оптимального строку сівби прогрівання посівного шару ґрунту до 10–14 °С з подальшою тенденцією підвищення температури. Календарні строки сівби припадають на період другої половини квітня – першої половини травня [7, 8].

Дослідження науковців Хмельницької ДСГДС показали, що запізнення із строками сівби приводить до зниження урожайності сої на 0,15–0,38 т/га, навіть запізнення на 5 днів, порівняно до оптимальних строків, призводить до недобору врожаю [9].

За узагальненими даними академіка Баби́ча А.О., в умовах північного Степу України в середньому за 15 років сівба сої кінці квітня забезпечила урожайність 1,27–1,52 т/га, в першій декаді травня – 1,58 т/га та третій декаді на 0,23 т/га менше [10].

Отже, з аналізу результатів досліджень, у різних регіонах соєви стає зрозумілим, що з кожним вищезгаданим аспектом можна погодитися, якщо це властиво певним агрокліматичним регіонам.

### **Мета, завдання та методика досліджень**

Мета роботи – виявлення особливостей формування високої продуктивності ранньостиглих сортів сої за допомогою формування азотофіксуючих мікроорганізмів залежно від строків посіву і щільності фітоценозу.

Об'єкт досліджень: процеси росту і розвитку, фотосинтетична активність, формування бульбочок та накопичення азоту в ґрунті, продуктивність сортів залежно від строків сівби та норм висіву.

Предмет досліджень: ультраранній сорт Аннушка, ранньостиглі сорти КиВін та Золотиста, строки сівби за температури ґрунту 10+12+14 °С, норма висіву насіння 700–800 та 900 тис. шт./га.

Дослідження проводили у 2011–2013 рр. на дослідному полі Житомирського національного агроекологічного університету с. Горбаша на ясно сірих опідзолених глеуватих ґрунтах, материнська порода – водо - льодовикові відкладення, ступінь окультурення – середня.

Вміст гумусу в орному шарі ґрунту (за Тюрнімом) 1,32–1,7%; лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) 61,0–78,4 мг/кг ґрунту; рухомого фосфору та обмінного калію (за Кірсановим) 120–160 та 54–68 мг/кг ґрунту відповідно. Реакція ґрунтового розчину – слабокисла рН – 5,1–5,7; Нг – 1,68–2,14 мг.-екв/100 г ґрунту.

Визначення фотосинтетичного потенціалу (ФП), чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) проводили за методики А. А. Ничипоровича та ін., використовуючи формулу Кідда, Веста і Брігса.

Кількість та масу бульбочок визначали за методом Г. С. Посипанова.

Облік врожаю проводили методом суцільного обмолоту комбайном «Сампо-50» за вологості насіння 14–15% та зважуванням його з кожної ділянки окремо.

Математичну обробку даних урожайності проводили методом дисперсійного та кореляційного аналізів на персональному комп'ютері з використанням програм Excel та Statistical.

За кількістю опадів (348 мм) та суми активних температур (2680 °С) вегетаційний період 2011 року характеризується як сприятливий для вирощування сої.

Гідротермічний коефіцієнт за період вегетації коливається у межах 0,87-2,55-1,15-1,14, що сприяло високій продуктивності сортів сої.

Веgetаційний період 2012 р. характеризується достатньою кількістю опадів (331 мм), а сума активних температур становила 2625 °С, що є сприятливою для росту і розвитку сої, проте відбувалося нерівномірне розподілення опадів за фазами росту і розвитку, так, у липні місяці надійшла більша половина опадів, що викликало вилягання рослин на варіантах з високими нормами висіву. Гідротермічні коефіцієнти впродовж періоду вегетації коливалися у межах: травень-вересень місяці – 0,34-0,71-2,87-0,88-1,32. В цілому, погодні умови також були сприятливі для отримання високої врожайності.

Погодні умови 2013 року, за показниками вологості і температурних градієнтів, були несприятливими для формування високої продуктивності сої. Кількість опадів, що надійшла за вегетаційний період, становить 196 мм з яких 90 мм припадали на вересень місяць – у період наливу та визрівання бобів, у червні та серпні і опадів надійшло лише 7,3-7,9 мм, відповідно. Показники гідротермічного коефіцієнта впродовж періоду вегетації коливалися у межах 0,6-0,16-0,68-0,11-2,13. Таким чином, 2013 рік, за умов вологозабезпеченості та середньодобовими показниками температури повітря був несприятливим до активної продуктивності сої.

### Результати досліджень

Формування площі листкової поверхні є передумовою отримання високих врожаїв культури [12]. Оптимальна площа листкової поверхні для сої має становити в умовах Лісостепу України 40-50 тис. м<sup>2</sup>/га [13]. Цей показник у сої може варіювати в досить широких межах залежно від генотипу сорту, екологічних умов регіону та агротехнічних прийомів її вирощування (табл. 1.).

Таблиця 1. Фотосинтетична активність сої залежно від сортового складу, строків та норм висіву у фазу формування бобів (середнє за 2011-2013 рр.)

Сорт	Норма висіву, млн шт./га	Площа листкової поверхні, тис. м <sup>2</sup> /га			Фотосинтетичний потенціал, млн м <sup>2</sup> ·днів/га			Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м <sup>2</sup> за добу		
		температура повітря, t °С								
		10	12	14	10	12	14	10	12	14
Аннушка	700	54,7	59,6	39,8	1,83	1,78	1,37	5,21	5,49	5,09
	800	60,6	68,9	50,1	2,12	2,12	1,86	5,56	6,04	5,18
	900	57,6	56,8	51,6	2,14	1,76	1,69	4,03	6,53	4,95
КиВін	700	48,7	51,7	46,2	1,66	1,83	1,53	4,19	3,79	4,25
	800	60,7	60,7	54,2	2,17	1,95	1,62	4,71	4,64	4,87
	900	48,6	54,7	44,2	1,85	1,89	1,52	4,99	4,94	4,92
Золотиста	700	43,4	41,1	38,2	1,54	1,22	1,38	5,57	6,88	6,30
	800	52,1	54,6	49,1	1,70	1,69	1,66	6,38	6,62	6,42
	900	45,8	52,8	38,2	1,68	1,49	1,54	5,04	4,29	5,26

Установлено, що за норми висіву 800 тис. шт./га формується найбільша площа листкової поверхні всіх сортів, підвищена норма висіву до 900 тис. шт./га сприяє зменшенню площі асиміляційної поверхні сої.

За площі листкової поверхні сорт Золотиста поступається сортам Аннушка і КиВін, відповідно, на 8,0–6,6 тис. м<sup>2</sup>/га, за оптимальної норми висіву.

Строк сівби істотно впливав на формування площі листкової поверхні. За сівби сорту Аннушка, при температурі ґрунту 12 °С, площа листкової поверхні становила 59,9 тис. м<sup>2</sup>/га, що вище на 8,5 тис. м<sup>2</sup>/га, порівняно зі сівбою за температури ґрунту 10 °С і на 4,6 тис. м<sup>2</sup>/га відносно температури ґрунту 14 °С.

Слід зауважити, що за температури ґрунту 14 °С розвиток площі листкової поверхні всіх сортів, які вивчалися у досліді, уповільнюються, особливо сорт Золотиста. Листкова поверхня сорту КиВін за сівби з температурним градієнтом +10+12+14 °С формує високу асиміляційну поверхню, тому його можна віднести до групи пластичних.

Отримані результати досліджень свідчать про те, що норма висіву і, відповідно, щільність фітоценозу сортів, має істотне значення для формування площі листкової поверхні, від величини якої значно залежить продуктивність агрофітоценозу. Для всіх сортів сої установлена наступна закономірність, при збільшенні норми висіву зменшується площа листкової поверхні. Максимальна площа листкової поверхні формується за норми висіву – 800 тис. шт./га.

За результатами проведених досліджень установлено, що сівба сої всіх сортів, за температури ґрунту на глибині загортання насіння 12 °С формує максимальну листкову поверхню, яка коливається у межах 49,5–59,9 тис. м<sup>2</sup>/га, і найбільш облиствленим є сорт Аннушка, у сорту КиВін вона менше на 4,2 та сорту Золотиста ,відповідно, на 10,4 тис. м<sup>2</sup>/га.

Формування площі листкової поверхні залежить від генетичних особливостей сортів, впливу абіотичних факторів та елементів технології вирощування.

За норми висіву насіння сої 800 тис. шт./га високий фотосинтетичний потенціал формується за температури ґрунту на глибині загортання насіння 12 °С і становить у сорту Аннушка 2,12 млн м<sup>2</sup>. днів/га, що вище за сорт КиВін на 0,17 та сорту Золотиста на 0,43 млн м<sup>2</sup>/га.

За недостатньої кількості продуктивної вологи в ґрунті, за пізніх строків сівби, листки нижньої частини стебел набувають світло-зеленого забарвлення, швидко відмирають, що і призводить до зменшення фотосинтетичного потенціалу.

Відомо, що фотосинтез є головним фактором формування 90% ваги сухої речовини. Засвоєння елементів мінерального живлення, вага яких складає 5–10% сухої фітомаси урожаю, можливе лише при наявності фотосинтезу.

Аналіз результатів чистої продуктивності фотосинтезу (табл.1) ультрараннього сорту Аннушка показав, що за норми висіву 900 тис. шт./га при

температурі ґрунту 12 °С він найвищий. За раних і пізніх строків сівби цей показник зменшується, відповідно, на 1,63–1,46 г/м<sup>2</sup> за добу.

У сорту КиВін за норми висіву 900 тис. шт./га, незалежно від температури ґрунту чиста продуктивність фотосинтезу коливається в межах 4,99–4,92 г/м<sup>2</sup>, за норми висіву 700 і 800 тис. шт. ЧПФ зменшується відповідно на 0,54–0,36 г/м<sup>2</sup> за добу. Тому цей сорт можна характеризувати як пластичний.

Високою фотосинтетичною продуктивністю фотосинтезу характеризується сорт Золотиста, у якого за норми висіву 700 тис. шт. і температури ґрунту 12 °С за добу формується 6,88 г/м<sup>2</sup> листової поверхні.

Отже температурно-календарним строком посівів ранньостиглих сортів сої в умовах Полісся України можна вважати першу половину травня місяця за температури ґрунту на глибині загортання насіння 12 °С.

При проведенні сівби у першій половині травня (температура ґрунту 12 °С) формується високий фотосинтетичний потенціал і чиста продуктивність фотосинтезу, що пов'язано з генетичними особливостями сортового складу та їх симбіотичною здатністю до фіксування азоту атмосфери (табл. 2.).

**Таблиця 2. Формування симбіотично фіксованого азоту залежно від сортового складу сої, норми та строків сівби (середнє 2011–2013 рр.)**

Строк посіву, t° С	Норма висіву, тис./га	Сорт								
		Аннушка			Золотиста			КиВін		
		буль-бочок на рослині, шт.	біологічного азоту, кг/га	еквівалент NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> , кг/га	буль-бочок на рослині, шт.	біологічного азоту, кг/га	еквівалент NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> , кг/га	буль-бочок на рослині, шт.	біологічного азоту, кг/га	еквівалент NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> , кг/га
10	700	81	35,3	103,9	98	55,5	163,1	118	92,1	270,8
	800	88	50,6	148,8	94	74,1	218,0	113	110,5	325,0
	900	78	44,4	130,6	78	73,7	216,9	106	100,8	296,0
12	700	81	58,4	171,6	98	86,4	254,1	118	101,4	298,3
	800	88	58,0	170,6	94	99,8	278,7	113	118,0	347,0
	900	78	56,4	165,9	78	82,0	241,1	106	88,2	259,0
14	700	98	47,9	140,8	101	69,0	203,0	101	83,3	244,9
	800	94	59,2	174,0	105	83,4	245,4	105	91,5	269,0
	900	78	52,8	155,4	89	68,4	201,1	99	85,3	250,9

За оптимальних умов вологозабезпечення і температури ґрунту на кожній рослині утворюється від 21 до 80 бульбочок і більше.

Нашими дослідженнями встановлено, що на кореневій системі сорту КиВін у середньому формується 109 шт. бульбочок, що вище за сорт Аннушка та Золотиста, відповідно, на 24–11 шт. Проведення сівби у першій половині травня, за температури ґрунту +10 +12 °С і норми висіву сорту Аннушка 800 тис. шт./га, на кореневій системі утворюється 88 шт. бульбочок, що на 7 шт. більше порівняно з нормою висіву 700 тис. шт. та на 10 шт. менше відносно норми висіву 900 тис. шт./га. У сорту Золотиста за норми посіву 700–800 тис. шт. урізні строки сівби кількість бульбочок збільшується на 10–6 шт, відносно сорту КиВін

висока кількість бульбочок сформована за проведення сівби у першій половині травня за норми висіву 700–800 тис. шт./га.

У рослинах сої циклічно поєднуються два найвищі фізіологічні процеси: фотосинтез і біологічна фіксація азоту. Інтенсивність фотосинтезу, який проявляється через фотосинтетичний потенціал, у сорту КиВін становить 2,17 млн м<sup>2</sup> днів/га, і створюється передумова біологічної фіксації азоту бульбочковими бактеріями. Засвоєння азоту повітрябульбочковими бактеріями залежить від активності бульбочок за проведення сівби сорту КиВін при температурі ґрунту + 12 °С і норми висіву 800 тис. шт./га фіксується 118 кг/га біологічного азоту, що, у перерахунку на еквівалент селітри, становить 347 кг. Сорти Аннушка та Золотиста поступаються сорту КиВін за кількістю фіксованого біологічного азоту на 60,0–18,2 кг/га, що відповідає еквіваленту аміачної селітри 176–59 кг.

Для формування одиниці врожаю соя найбільше використовує азот і нерівномірно споживає його: від сходів до цвітіння вона засвоює 16,6%; від цвітіння до початку формування насіння і наливання його відповідно 78,5%. Незважаючи на великі вимоги сої до елементів живлення, вона на 60–70% своєї потреби в азоті може задовольняти за рахунок симбіозу сої з бульбочковими бактеріями. Тому вирощування ранньостиглого сорту КиВін за норми висіву 800 тис. шт. насіння на 1 га за рахунок симбіотичного фіксованого азоту – 118 кг/га, що еквівалентно 347 кг аміачної селітри, дозволяє скоротити затрати на азотні добрива в розмірі 3296 грн/га та сприяє підвищенню родючості ґрунту. Популяція бульбочкових бактерій роду *Rhizobium* буде зберігатися протягом багатьох років і наступна інокуляція не буде обов'язковою.

Таблиця 3. Урожайність сої залежно від сортового складу, норми висіву та строків сівби (середнє за 2011–2013 рр.)

Сорт	Норма висіву, тис. шт./га	Строк сівби, t °С			Середнє за норми висіву	Різниця середніх за норми висіву	Середнє за сортом	Різниця за сортам
		10	12	14				
Аннушка	700	2,22	2,51	2,54	2,42	-	2,52	-
	800	2,54	2,83	2,80	2,73	0,31		
	900	2,00	2,29	2,59	2,40	-0,02		
КиВін	700	2,57	2,80	2,61	2,66	-	2,87	0,35
	800	2,83	3,42	2,89	3,05	0,39		
	900	2,53	3,05	2,72	2,92	0,36		
Золотиста	700	1,83	2,27	2,13	2,08	-	2,59	0,28
	800	2,30	2,95	2,65	2,63	0,55		
	900	1,97	2,65	2,39	2,34	0,26		
Середнє за строками сівби		2,31	2,75	2,59	-	-	-	-
Різниця за строком		-	0,44	0,28	-	-	-	-

НІР<sub>0,05</sub> – 0,14 т/га; Фактор А,В,С – 0,05 т/га; АВ – 0,08; АВС – 0,14 т/га.

З даних таблиці 3 видно, що середня врожайність сортів сої за роки досліджень коливається в межах 2,52–2,87 т/га, сорти Аннушка та Золотиста поступаються сорту КиВін відповідно на 0,35–0,28 т/га, високу врожайність всіх сортів отримано за норми висіву 800 тис. шт./га; у сорту КиВін вона становить 3,05 т/га, що більше за сорти Аннушка та Золотиста на 0,31–0,42 т/га. За температури ґрунту 12°C урожайність сої коливається в межах 2,31–2,59 т/га, у сорту КиВін вона становить 3,09 т/га, що на 0,55–0,83 т/га вище порівняно з сортами Аннушка та Золотиста.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

На ясно-сірих ґрунтах Полісся України високопластичним сортом сої є КиВін, який за сівби при температурі ґрунту 12°C та норми висіву 800 тис. шт./га забезпечує урожайність в межах 2,75–3,05 т/га.

Перспективи подальших досліджень вдосконалення та розроблення сучасної інтенсивної технології вирощування нових високопродуктивних сортів у різних агроекологічних умовах Полісся України.

### Література

1. Шеретобоева О.В. Оцінка впливу агротехнологій на стан ґрунтів агроecosистем за біодіагностичними показниками : метод. рекомендації / О. В. Шеретобоева, О. С. Демянюк, Т. З. Шустерук ; за наук. ред. О. І. Фурдичка. – К., 2007. – 25 с.
2. Фізіологічні особливості живлення рослин біологічним азотом / С. Я. Коць, С. М. Малеченко, О. Д. Крутова [та ін.]. – К. : Логос, 2001. – 271 с.
3. Мікробні біотехнології в сільському господарстві / В. В. Смірнов, В. П. Патица, В. С. Підгорський [та ін.] // Агрокол. журнал. – 2002. – № 3. – С. 3–9.
4. Система сучасних інтенсивних технологій : навч. посібник / В. Д. Паламарчук, І. С. Поліщук, Л. М. Єрмакова [та ін.]. – Вінниця : ФОП Рогальська І. О., 2012. – 370 с.
5. Петриченко В. Ф. Формування продуктивності сої залежно від строку сівби, виду і строку внесення десикантів в умовах Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук / В. Ф. Петриченко. – Кам'янець-Подільський, 1997. – 19 с.
6. Розміщення посівів і технологія вирощування сої в Україні / А. О. Бабич, С. І. Колесник, А. А. Побережна, А. В. Семцова // Пропозиція. – 2000. – № 5. – С. 38–40.
7. Бабич А. О. Вплив строків сівби і глибини загортання насіння на продуктивність інтенсивних сортів сої в умовах Лісостепу України / А. О. Бабич, В. Ф. Петриченко // Корми і кормовиробництво. – 1994. – Вип. 38. – С. 43–46.
8. Петриченко В. Ф. Наукові основи формування урожаю при ранніх строках сівби в умовах Лісостепу України / В. Ф. Петриченко, Л. М. Серeda // ЗНП ВДАУ. – Вінниця. – 2001. – Вип. 9. – С. 3–10.



9. Дерев'янський В. П. Соя / В. П. Дерев'янський. – Укр. УНТГУ, 1994. – 216 с.
  10. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої / А. О. Бабич. – К. : Урожай, 1993. – 430 с.
  11. Бабич А. О. Підвищення ефективності симбіотичної діяльності посівів сої в умовах Лісостепу України / А. О. Бабич, В. Ф. Петриченко // Корми і кормовиробництво. – 1992. – Вип. 34. – С. 3–6.
  12. Андреева Г. Ф. Фотосинтез и азотный обмен растений / Г. Ф. Андреева // Физиология фотосинтеза. – М. : Наука, 1982. – С. 89–104.
  13. Колісник С.І. Формування продуктивності сої залежно від способів сівби, густоти рослин і добрив в умовах центрального Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук / С. І. Колісник, 1996. – 18 с.
-