

УДК 504:633.11:631.27

*Л.І. Ворона,
В.В. Сторожук,
В.П. Ткачук,*
кандидати сільсько-
господарських наук

*Інститут сільського
господарства НААН*

*О.В. Швайка,
О.В. Іщук,*

кандидати сільсько-
господарських наук

*Житомирський національний
агрокологічний університет*

Постановка проблеми. Прогнози стосовно глобальних змін клімату під впливом природних та антропогенних факторів набувають із поступово зростаючою частотою повної реальності. У зв'язку з цим метеорологи відмічають зміни клімату не тільки за середніми багаторічними показниками, а й різними їх коливаннями та природними катастрофами у вигляді посух, буревіїв, повеней. Такі тенденції не можуть, в свою чергу, не позначатися на сільськогосподарському виробництві. Усе це актуалізує питання уточнення строків сівби зернових культур.

Аналіз останніх публікацій. В агроєко-системах нерегульовані фактори навколишнього середовища, зокрема метеорологічні, виступають одним з найважливіших управлінських важелів, які визначають характер взаємовідносин в системі “організм–середовище” [8]. Від ступеня відповідності реальної динаміки та ритміки гідротермічних умов ідеальній (оптимальній), яка закладена в генетичній програмі культивованого виду, залежить рівень продуктивності агроценозу.

Генетично обумовлений продуктивний потенціал пшениці озимої максимально реалізується лише у вузькому інтервалі термінів сівби, які вважаються оптимальними для проведення посівних робіт [7]. В.В. Лихочвор вважає, що сприятливі для сівби пшениці озимої умови настають при установленні середньодобової температури повітря на рівні 14–15°C та осіння вегетація триває 40–50 днів [3]. Ю.Ф. Курдюков та ін. [1] зазначають, що оптимальність строку сівби доцільно визначати за коефіцієнтом куціння на момент припинення вегетації. Для повної

ПОГОДНІ УМОВИ ОСІНЬОГО ПЕРІОДУ ВЕГЕТАЦІЇ ТА РОЗВИТОК ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА РІЗНИХ СТРОКІВ СІВБИ

Проведено аналіз агрометеорологічних показників упродовж 2004–2011 рр. Показано як зміни цих показників у осінній період вегетації впливають на ріст і розвиток пшениці озимої залежно від строків сівби. Запропоновано оптимальні строки сівби пшениці озимої в умовах Полісся.

Ключові слова: пшениця озима, строки сівби, метеорологічні умови, розвиток рослин.

реалізації продуктивних властивостей рослина має восени сформувати 3–4 пагони [6]. За даними Лисікової В.Н. та ін. [2] у зоні Полісся оптимальні строки сівби припадають на 5–20 вересня, але у зв'язку з тенденціями потепління клімату, вони можуть зміщуватися в бік пізніших.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили у короткотривалих польових дослідах відділу рослинництва Інституту сільського господарства Полісся НААН. Грунт дослідної ділянки — дерново-середньопідзолистий супіщаний, в орному шарі (0–20 см) якого міститься: гумусу — 1,15–1,22%; азоту, що легко гідролізується — 5,4–6,6 мг; рухомого фосфору — 10,5–17,2 мг та обмінного калію — 7,4–10,3 мг на 100 г ґрунту; рН_{сольовий} — 5,7–5,9.

У досліді вивчали чотири строки сівби пшениці озимої — 10, 20, 30 вересня та 10 жовтня. Попередник — пелюшко-вівсяна сумішка. Агротехніка вирощування пшениці загальноприйнята для зони Полісся. Посівна площа ділянки 42,0 × 3,0 = 126,0 м², облікова 40,00 × 2,25 = 90,00 м².

Результати досліджень. Аналіз агрометеорологічних даних у середньому за роки проведення досліджень показав, що екологічні умови вегетації рослин пшениці озимої різних строків сівби істотно різняться (табл. 1).

Визначальною характеристикою сприятливості умов для розвитку рослин в осінній період є температурний режим. Саме він зумовлює особливості подальшого протікання вегетаційного періоду пшениці озимої та рівень продуктивності культури [3]. В наших дослідженнях період від сівби до сходів рослин першого строку сівби (10 вересня) характеризувався середньодобовою температурою повітря на рівні 13,2 ± 1,4°C. При більш пізніх строках сівби даний показник поступово знижувався — за сівби 20 вересня на 0,9°C,

1. Характеристика осіннього періоду вегетації рослин пшениці озимої різних строків сівби (середнє 2004–2011 рр.)

Показник	Строк сівби			
	10 вересня	20 вересня	30 вересня	10 жовтня
Середньодобова температура за період “сівба–сходи”, °C	13,2±1,4	12,3±0,9	10,6±2,0	7,1±0,8
Сума ефективних температур за період від сівби до припинення вегетації, °C	488,3±33,5	352,5±39,8	226,8±42,8	114,7±30,3
Температура ґрунту на глибині 5 см, °C	13,3±1,1	12,7±1,1	10,7±1,6	7,4±0,7
Тривалість періоду “сівба–сходи”, днів	9,1±1,3	13,0±1,6	16,3±4,5	20,0±5,1
Тривалість періоду від сівби до припинення вегетації, днів	61,9±9,1	48,0±8,3	38,0±8,3	30,4±6,4
Кількість опадів за період сівби — припинення вегетації, мм	53,5±40,0	44,0±24,7	32,7±13,9	25,6±11,4
Запаси вологи в шарі ґрунту 0–20 см, мм	17,1±2,2	16,5±4,6	17,7±5,9	17,0±6,0
Польова схожість насіння, %	76,8±7,2	70,5±4,9	63,9±6,1	61,1±5,0
Вміст цукру в рослинах після припинення вегетації, %	10,3±2,3	9,2±1,4	7,8±1,4	5,7±0,9
Маса 100 рослин після припинення вегетації, г	153,5±12,9	60,8±17,0	32,0±16,9	13,2±5,1

30 вересня — 2,6°C, 10 жовтня — 6,1°C. Таким чином, градієнт змін температурного показника при зміщенні строків сівби в бік пізніших становив 0,1–0,2°C на день.

Прямолінійно із зниженням середньодобових температур змінювалася і загальна теплозабезпеченість осіннього періоду вегетації пшениці озимої, на що вказують значення сум ефективних (вище 5°C) температур. Нами виявлено тісну кореляційну залежність між даними показниками ($r=0,78$) та визначено рівняння математичної залежності (рис. 1а).

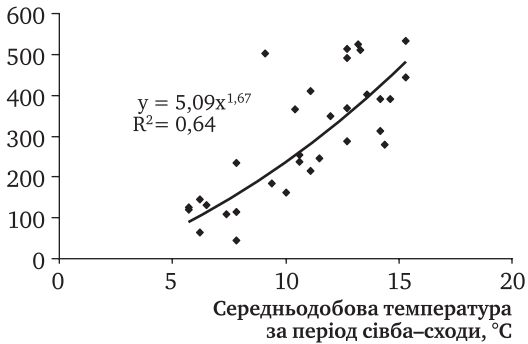
Встановлено, що за сівби 10 жовтня впродовж періоду від сівби до припинення вегетації восени рослини в середньому втрачали 374°C суми ефективних температур, порівняно із строком 10 вересня, тобто щодня рослини пізніших від першого строку сівби “недобирали” до 12,4°C тепла. Усе це не могло не позначитися на подальшому розвитку рослин пшениці озимої, зокрема їх морозостійкості.

Дослідженнями ННЦ “Інститут землеробства НААН” виявлено, що в роки, коли пшениця озима набувала максимальної морозостійкості сума ефективних температур від сходів до переходу середньодобової температури через 5°C не перевищувала 200–225°C. Аналогічні дані наводить О.О. Шиголєв, який вважає, що для пшениці озимої за період від

сівби до сходів оптимальною є сума ефективних температур близько 67°C, сходи–кущіння — 134°C [4]. За А.І. Носатовським (1965) від сівби пшениці озимої до припинення її вегетації в осінній період сума середньодобових температур має дорівнювати 560–580°C [5]. За міжфазними періодами вона розподіляється таким чином: від сівби до появи сходів — 120–130°C, від сходів до початку кущіння — 220–230°C, від початку кущіння до утворення 3–4 пагонів — 210–230°C.

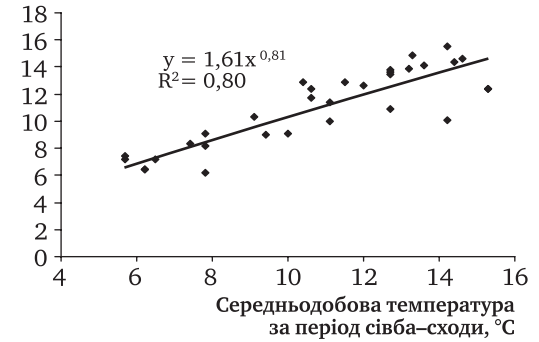
У тісному зв'язку з температурою повітря у період “сівба–сходи” знаходилися також показники тривалості даного періоду (рис. 1б) та значень температури ґрунту на глибині 5 см (рис. 1в). Коефіцієнт кореляції між даними показниками становив відповідно $r=-0,73-0,87$ (достовірно при $p=0,001$). За достатньої вологості ґрунту температурний чинник є визначальним у тривалості інтервалу від сівби до появи сходів. Вважається [5], що для проходження паростком пшениці односантиметрового шару ґрунту необхідно 10–12°C суми середньодобових температур. У наших дослідженнях за сівби пшениці озимої 10 вересня період від сівби до появи сходів тривав близько 9 днів. При зміщенні термінів сівби через десятиденний інтервал до 10 жовтня даний показник подовжувався, зростаючи поступово до 13, 16 та 20 днів.

Сума ефективних температур за період сівба-припинення вегетації, °С



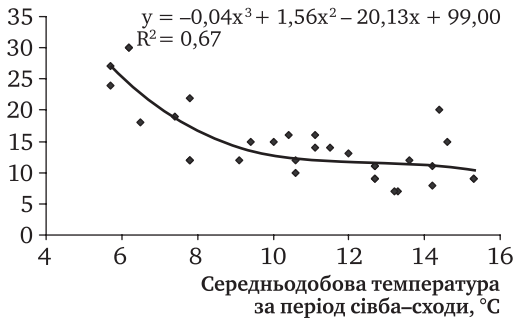
а

Температура ґрунту на глибині 5 см, °С



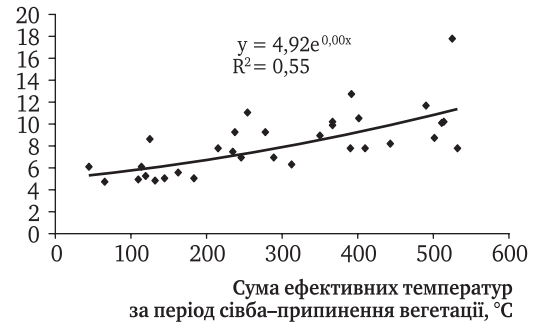
б

Тривалість періоду сівба-сходи, днів



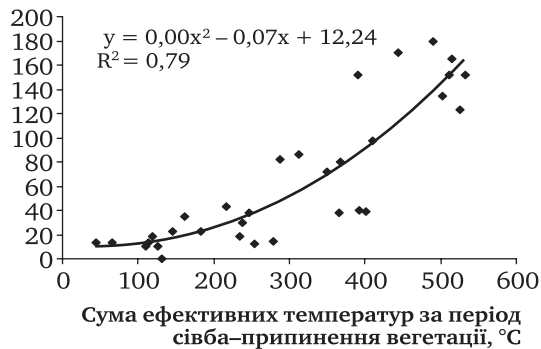
в

Вміст цукру після припинення вегетації, %



г

Маса 100 рослин після припинення вегетації, г



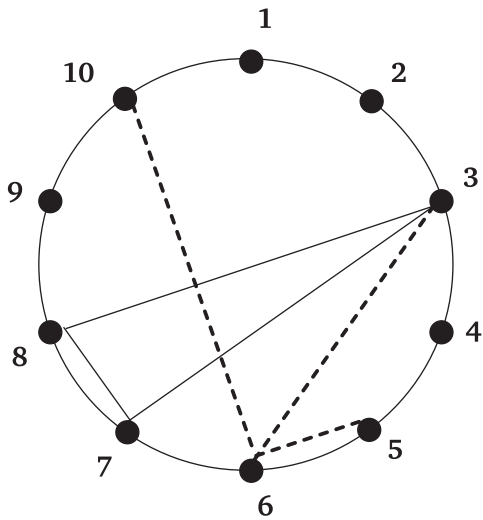
д

Рис. 1. Характер залежностей різних показників від температурного фактора в осінній період вегетації пшениці озимої (за даними 2004–2011 рр.)

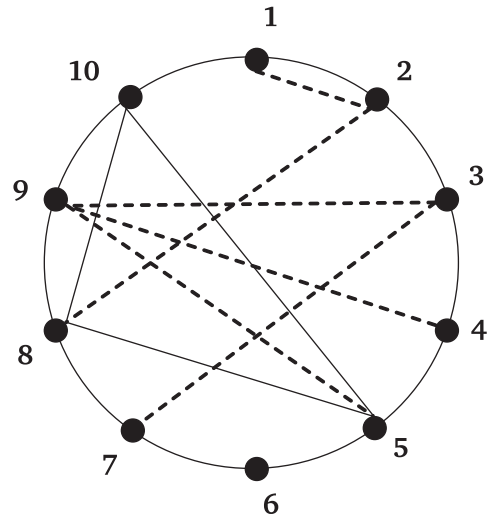
2. Кореляційні матриці взаємної пов'язаності показників, що характеризують умови осінньої вегетації та розвиток рослин пшениці озимої різних строків сівби, $r_0=0,60$

Показник	Тривалість періоду сівба-сходи, днів	Тривалість періоду від сівби до припинення вегетації, днів	Середньодобова температура за період сівба-сходи, °С	Сума ефективних температур за період від сівби до припинення вегетації, °С	Температура ґрунту на глибині 5 см, °С	Кількість опадів за період сівба-припинення вегетації, мм	Запаси вологи в шарі ґрунту 0-20 см, мм	Польова схожість насіння, %	Вміст цукру в рослинах після припинення вегетації, %	Маса 100 рослин після припинення вегетації, г
<i>10 вересня</i>										
1	1,00									
2	0,00	1,00								
3	-0,45	0,17	1,00							
4	-0,36	0,01	-0,25	1,00						
5	-0,41	0,39	0,47	-0,35	1,00					
6	0,37	-0,17	-0,81	0,30	-0,74	1,00				
7	0,22	-0,26	-0,61	0,32	-0,18	0,34	1,00			
8	-0,55	0,18	0,73	-0,18	0,35	-0,36	-0,89	1,00		
9	-0,57	-0,08	-0,14	0,42	0,22	0,08	-0,22	0,33	1,00	
10	0,11	-0,37	0,35	-0,27	0,17	-0,67	0,28	-0,28	-0,43	1,00
<i>20 вересня</i>										
1	1,00									
2	0,60	1,00								
3	-0,31	-0,32	1,00							
4	0,10	-0,26	0,22	1,00						
5	0,02	0,29	0,57	0,15	1,00					
6	0,58	0,01	-0,17	0,51	-0,49	1,00				
7	0,32	0,18	-0,65	0,26	-0,04	0,08	1,00			
8	0,57	0,72	0,07	-0,22	0,67	-0,18	0,07	1,00		
9	0,15	0,04	0,60	0,67	0,78	0,03	0,14	0,35	1,00	
10	-0,50	-0,51	-0,19	0,13	-0,74	0,25	-0,05	-0,95	-0,43	1,00
<i>30 вересня</i>										
1	1,00									
2	0,71	1,00								
3	-0,64	-0,38	1,00							
4	-0,62	-0,20	0,82	1,00						
5	-0,39	-0,28	0,75	0,67	1,00					
6	0,53	0,51	-0,05	0,03	-0,24	1,00				
7	0,04	-0,12	0,01	0,26	0,06	0,45	1,00			
8	0,10	0,46	0,15	-0,01	0,16	-0,20	-0,87	1,00		
9	-0,34	-0,23	0,35	0,52	0,82	-0,46	0,07	0,08	1,00	
10	-0,59	-0,20	0,48	0,40	-0,16	0,16	-0,09	0,03	-0,42	1,00
<i>10 жовтня</i>										
1	1,00									
2	0,13	1,00								
3	-0,73	0,06	1,00							
4	0,02	-0,63	0,27	1,00						
5	-0,48	-0,36	0,64	0,65	1,00					
6	0,45	0,00	-0,60	-0,33	-0,08	1,00				
7	-0,82	-0,16	0,24	-0,31	0,12	-0,17	1,00			
8	0,40	0,33	-0,60	-0,50	-0,37	0,66	-0,04	1,00		
9	-0,08	-0,47	-0,28	-0,04	0,00	0,26	0,42	0,43	1,00	
10	0,18	0,10	0,40	0,34	0,11	-0,48	-0,47	-0,39	-0,11	1,00

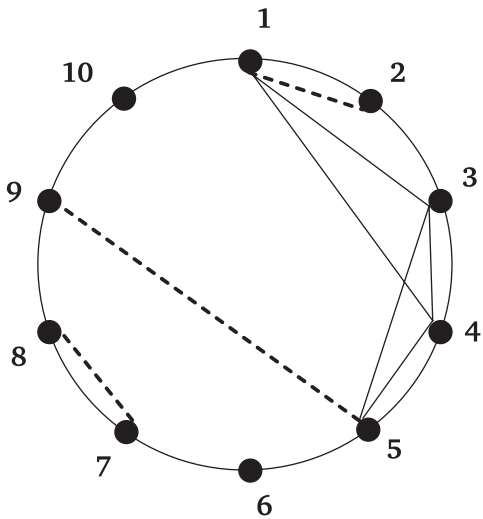
Погодні умови осіннього періоду вегетації та розвиток пшениці озимої за різних строків сівби



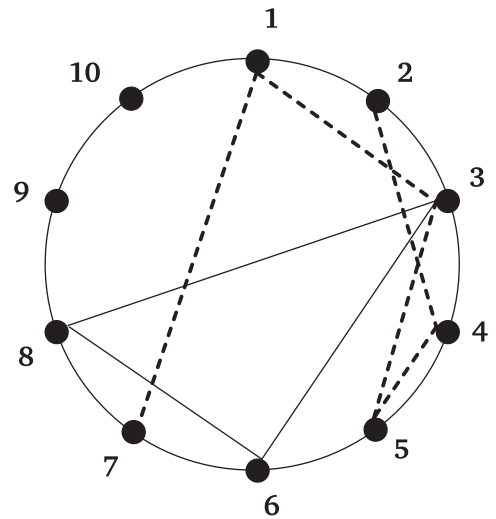
10 вересня



20 вересня



30 вересня



10 жовтня

————— — замкнений граф (плеяда);
 - - - - - — незамкнений граф

Рис. 2 Кореляційні плеяди показників, що характеризують умови осінньої вегетації та розвиток рослин пшениці озимої різних строків сівби:

1 — тривалість періоду “сівба-сходи”, днів; **2** — тривалість періоду від сівби до припинення вегетації, днів; **3** — середньодобова температура за період “сівба-сходи”, °С; **4** — сума ефективних температур за період від сівби до припинення вегетації, °С; **5** — температура ґрунту на глибині 5 см, °С; **6** — кількість опадів за період “сівба-припинення вегетації”, мм; **7** — запаси вологи в шарі ґрунту 0–20 см, мм; **8** — польова схожість насіння, %; **9** — вміст цукру в рослинах після припинення вегетації, %; **10** — маса 100 рослин після припинення вегетації, г

Характеризуючи умови забезпечення рослин пшениці озимої ресурсами вологи впродовж осіннього періоду вегетації слід відмітити, що вони істотно не залежали від строків сівби. Запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту за роки спостережень коливалися у середньому в межах 16,5–17,7 мм і становили близько 60% оптимальної вологозабезпеченості (30 мм). В загальному такі запаси вологи можна оцінити як задовільні.

Комплексна дія умов тепло- та вологозабезпеченості, в свою чергу, визначає рівень польової схожості насіння пшениці. В наших дослідженнях за сівби пшениці озимої 10 вересня польова схожість насіння становила $76,8 \pm 7,2\%$, а 10 жовтня — $61,1 \pm 5,0\%$. За даними Лихочвора В.В. в зоні Полісся у виробничих умовах польова схожість насіння на рівні 89% можлива при запасах продуктивної вологи на рівні 30 мм та середньодобовій температурі $16,5^\circ\text{C}$ [3]. Тому природно, що за пониження значень цих показників рівень схожості насіння спадає.

Важливо враховувати, що осінній період вегетації слугує підготовчим етапом до перезимівлі пшениці озимої, а також умовою формування рівня зимо- та морозостійкості рослин. У цьому аспекті до зими рослини пшениці озимої мають нагромадити достатню кількість біологічних антифризів — цукрів, які забезпечують клітини рослин від загибелі взимку внаслідок утворення в них руйнівних кристалів льоду [3, 7]. В наших дослідженнях вміст цукру в рослинах пшениці озимої залежно від строку сівби коливався в межах від $5,7 \pm 0,9$ до $10,3 \pm 2,3\%$. Найбільшу його кількість містили рослини за сівби 10 вересня, найнижчу — 10 жовтня. Відповідно, більш високий рівень морозостійкості формувалася у рослин першого строку сівби. Встановлено також, що між вмістом цукру в рослинах та сумою ефективних температур існує тісний прямий зв'язок ($r=0,69$). За умов, що сприяють інтенсивному фотосинтезу рослин відбувається нагромадження в клітинах цукрів, необхідних для ефективною перезимівлі.

Нашими дослідженнями встановлено, що на момент припинення вегетації пшениці озимої маса 100 рослин за сівби 10 вересня становила $153,5 \pm 12,9$ г. При сівбі через 10-денний інтервал вага рослин знижувалася у 2,5, 4,7 та 11,6 рази, досягаючи мінімуму за сівби 10 жовтня. Таким чином, умовою загартування рослин пшениці озимої є відповідний вік рослин, впродовж якого рослина, завдяки активній вегетації при температурах,

вищих за біологічний нуль (5°C), накопичує відповідну біомасу. Даний висновок зроблено на основі встановленого тісного прямого зв'язку на рівні $r=0,86$ між сумою ефективних температур та масою 100 рослин на момент припинення вегетації (рис. 1д). Отже, строками сівби визначаються екологічні умови осінньої вегетації пшениці озимої, які прямо чи опосередковано впливають на ріст та розвиток рослин, програмуючи в подальшому рівень їх продуктивності.

Окрім аналізу загальних (міжгрупових) рис, притаманних умовам осінньої вегетації різновікових рослин пшениці озимої, нами за допомогою методу кореляційних плеяд було досліджено специфічні (внутрішньогрупові) тенденції, властиві оціночним показникам в межах кожного строку сівби. Для цього було розраховано кореляційні матриці взаємної пов'язаності показників, що характеризують умови осінньої вегетації та розвиток рослин пшениці озимої різних строків сівби (див. табл. 2) та побудовано відповідні плеяди (див. рис. 2).

Аналіз отриманих даних показав, що в розрізі років досліджень важливими з погляду функціонування фітоценозу пшениці озимої, сформованого за сівби 10 вересня, є плеяда, утворена тріадою показників: середньодобова температура за період “сівба–сходи”, запаси вологи в шарі ґрунту 0–20 см та польова схожість насіння. Щодо розвитку рослин пшениці озимої другого строку сівби, то тут на першому плані знаходиться плеяда, сформована показниками: температура ґрунту на глибині 5 см, польова схожість насіння та маса 100 рослин після припинення вегетації. За сівби пшениці озимої 30 вересня основними чинниками, що зумовлюють особливості протікання вегетації рослин є: тривалість періоду “сівба–сходи”, середньодобова температура за період “сівба–сходи”, сума ефективних температур за період від сівби до припинення вегетації та температура ґрунту на глибині 5 см. Щодо фітоценозу пшениці озимої останнього строку сівби (10 жовтня), основними показниками, які визначають протікання вегетації рослин є: середньодобова температура за період “сівба–сходи”, запаси вологи в шарі ґрунту 0–20 см та кількість опадів за період “сівба–припинення вегетації”.

Вважаємо, що виявлені показники є визначальними серед інших характеристик вегетаційного періоду, а їх внесок у функціонування фітоценозу пшениці озимої, сформованого за різних строків сівби, найбільш суттєвим.

ВИСНОВКИ

Зважаючи на особливості перебігу агрометеорологічних умов впродовж осіннього періоду вегетації пшениці озимої різних строків сівби вважаємо, що на Поліссі найбільш сприятливі для розвитку рослин екологічні умови складаються за сівби культури 10–20 вересня, що підтверджено залежностями кореляційної матриці взаємної пов'язаності показників. Зсув

терміну сівби в бік пізнішого зумовлює тим значнішу стресорність умов життєдіяльності культури, чим більше він віддалений від оптимального. Вважаємо, що з сівбою пшениці озимої в другій декаді вересня має місце максимальний збіг, або синхронізація, біологічних ритмів цієї культури з найбільш сприятливими для неї змінами умов середовища.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Курдюков Ю.Ф. Оптимальные и предельные сроки посева озимых культур в Поволжье / Ю.Ф. Курдюков, Н.Г. Левицкая, Л.П. Лощина // АгроXXI. — 2008. — № 7–8. — С. 34–37.
2. Лисікова В.Н. Оптимальні строки сівби: коли на Поліссі найкраще сіяти озиму пшеницю / В.Н. Лисікова, О.М. Сипливець, А.А. Клочко // Насінництво. — 2004. — № 8. — С. 20–23.
3. Лихочвор В.В. Структура врожаю озимої пшениці / В.В. Лихочвор. — Львів: Українські технології, 1999. — 206 с.
4. Лосев А.П. Практикум по агрометеорологічеському забезпеченню растениеводства / А.П. Лосев. — СПб.: Гидрометеоздат, 1994. — 245 с.
5. Носатовский А.И. Пшеница / А.И. Носатовский. — М.: Колос, 1965. — 567 с.
6. Пруцков Ф.М. Озимая пшеница / Ф.М. Пруцков. — М.: Колос, 1976. — 352 с.
7. Строки сівби озимої пшениці та їх біологічне обґрунтування / [В.М. Ремесло, В.К. Блажевський, Ю.П. Шалін, І.І. Ковтун]. — К.: Урожай, 1971. — 69 с.
8. Федорова Н.А. Зимостійкість і врожайність озимої пшениці / Н.А. Федорова — К.: Урожай, 1972. — 260 с.