Агроекологія, рослинництво

УДК 633.11:581.5:581.1.036.5:631.559

Вплив погодних умов на тривалість окремих періодів вегетації та врожайність пшениці м'якої озимої у Лісостепу й Поліссі

Близнюк Б. В.[1], Лось Р. М.[1]
Демидов О. А.[1], доктор сільськогосподарських наук,
член-кореспондент НААН
Кириленко В. В.[1], доктор сільськогосподарських наук
Гуменюк О. В.[1], кандидат сільськогосподарських наук
Данюк Т. А.[2]

[1]Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН
Україна, 08853, с. Центральне, Миронівський район Київської обл.
e-mail: kolomyets359@gmail.com
[2]Український інститут експертизи сортів рослин
Україна, 03041, м. Київ, вул. Генерала Родимцева, 15

Мета. Проаналізувати погодні умови в Лісостепу й Поліссі та виявити їх вплив на тривалість окремих періодів вегетації та врожайність пшениці м'якої озимої у цих зонах. **Методи.** Польові досліди закладали у 2015–2018 рр. у зонах розташування Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН (Лісостеп) та Носівської селекційно-дослідної станції (Полісся). Сівбу, фенологічні спостереження та обліки проводили відповідно до загальноприйнятих методик і методичних рекомендацій у селекції пшениці м'якої озимої. Для аналізу гідротермічного режиму використовували дані метеорологічних спостережень та середні багаторічні показники (СБП) за 1980–2015 рр. агрометеостанції Миронівка і Ніжинської метеостанції. **Результати.** За роки досліджень середньорічна температура повітря у Лісостепу перевищувала СБП (8,3 °С) на 0,6–1,3 °С, на Поліссі була вищою за СБП (7,3 °С) на 0,5–2,1 °С. Річна сума опадів у Лісостепу складала від 74 до 101 % від СБП (613 мм), на Поліссі – від 82 до 110 % від СБП (649 мм). За оптимальних строків сівби (III декада вересня) залежно від умов року появу сходів відмічали в межах від 12 діб (2015/16 р., Лісостеп) до 30 діб (2017/18 р., Полісся). Сума добових температур за період сівба-сходи варіювала від 161,9 °С (2015/16 р. у Поліссі) до 253,9 °С (2017/18 р. у Лісостепу). Осіння вегетація в різні роки тривала 22–55 діб в обох кліматичних зонах, період вимушеного зимового спокою – від 85 до 112 діб у Лісостепу і від 92 до 110 діб на Поліссі, період від

відновлення весняної вегетації до колосіння – від 85 діб у Лісостепу до 110 діб у Поліссі. Тривалість міжфазного періоду колосіння-повна стиглість у середньому становила 64 доби по обох зонах. У 2015/16 р. в Лісостепу на відміну від зони Полісся всі досліджувані сорти переважали за врожайністю стандарт Подолянку. У 2016/17 р. урожайність озимої пшениці в зоні Лісостепу була суттєво нижчою порівняно з Поліссям, що пов'язано з тривалою ґрунтово-повітряною посухою. У 2017/18 р. вищу врожайність спостерігали в Лісостепу, оскільки оптимальні погодні умови зони були сприятливішими порівняно з перезволоженням на Поліссі. **Висновки.** Погодні умови в роки досліджень відобразили кліматичну нестабільність зон Лісостепу та Полісся України. Виявлено диференціацію перспективних сортів пшениці м'якої озимої за тривалістю окремих періодів вегетації та врожайністю залежно від погодних умов. Урожайність достовірно залежала від кліматичної зони, року та від їх взаємодії. За три роки досліджень вищу врожайність отримано в зоні Полісся, де погодні умови були більш сприятливими для формування зернової продуктивності.

Ключові слова: *пшениця м'яка озима, сорт, гідротермічний режим, періоди вегетації, гідротермічний коефіцієнт Селянинова, урожайність*

Вступ. В останні десятиліття на стабільність валових зборів зерна пшениці озимої досить відчутно впливають зміни клімату, що є тривалим і поступовим процесом, похідна якого – мінливість погодних умов, про що свідчать значні коливання температурного режиму і кількості опадів та наявність екстремальних гідрометеорологічних явищ.

Глобальне потепління, яке фіксується з 70-х років XX ст., різко активізувало і розширило дослідження щодо трансформування та коливань клімату [1, 2]. Вивчення стресових і адаптаційних реакцій рослинних організмів особливо актуальне в поєднанні зі зміною екологічної ситуації на всій планеті. Розгляд кліматичних факторів виявляє стрімку зміну погодних умов зі значним підвищенням температури і коливаннями кількості опадів, що є найбільшим ризиком дестабілізації сільськогосподарського виробництва [3]. Упродовж вегетаційного періоду рослини пшениці часто підпадають під дію стресів, зумовлених нестабільними кліматичними і погодними умовами, тому необхідним є підвищення стійкості культури до стресових чинників.

Аналіз літературних джерел, постановка проблеми. У дослідженнях необхідно враховувати біологічний потенціал культури, характер формування продуктивності та її реалізації за фазами вегетації в конкретних екологічних і ґрунтово-кліматичних умовах. Проходження фаз розвитку, інтенсивність росту та продуктивність пшениці залежать від сортових особливостей та умов навколишнього середовища. Рослини найкраще розвиваються за оптимального забезпечення необхідними факторами життя [4]. Багато вчених досліджували особливості формування елементів потенціальної і реальної продуктивності пшениці озимої за фенологічними фазами та оптимальні умови для їх проходження [5, 6].

Тривалість вегетаційного періоду, як важлива біологічна особливість пшениці озимої, залежить як від генотипу, так і від умов вирощування

сорту. Упродовж вегетаційного періоду рослини проходять відповідні фази розвитку, пов'язані з утворенням і формуванням нових органів. Залежно від температури, вологи, світла, наявності поживних речовин варіює час, необхідний для формування і дозрівання врожаю [7, 8]. Вегетаційний цикл озимої пшениці розподіляють на два основних періоди: сходи-колосіння та колосіння-дозрівання [9]. У формуванні врожаю озимої пшениці ключовим є період сходи-колосіння, впродовж якого рослини проходять 8 із 11 етапів органогенезу і який визначає майбутню продуктивність та скоростиглість сорту.

В Україні досягнуто доволі високого рівня потенційної продуктивності пшениці озимої (понад 10 т/га) [10, 11]. Проте неповна її реалізація у виробничих умовах вказує на необхідність удосконалення адаптивних властивостей сортів. На фоні тенденцій до глобальних змін клімату конче необхідною стає ідентифікація сортів пшениці озимої за параметрами потенційної адаптивності [12–14]. Визначальним критерієм оцінки є ступінь адаптивної здатності сорту, що характеризується певними селекційними ознаками, серед яких найбільш важливою є врожайність [10, 15]. Тому одним із основних шляхів збільшення виробництва зерна є визначення перспективних для певних зон сортів пшениці озимої, стійких до абіотичних факторів довкілля.

Мета досліджень – проаналізувати погодні умови в Лісостепу й Поліссі та виявити їхній вплив на тривалість окремих періодів вегетації та врожайність пшениці м'якої озимої у цих зонах.

Матеріал і методика. Польові досліди проводили у 2015–2018 рр. в окремих пунктах кліматичних зон Лісостепу – Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН (МІП) та Полісся – Носівська селекційно-дослідна станція МІП (НСДС). Сорти пшениці м'якої озимої миронівської селекції Трудівниця миронівська, Горлиця миронівська, МІП Валенсія, Господиня миронівська, МІП Княжна, Вежа миронівська, МІП Дніпрянка, Естафета миронівська, Грація миронівська та стандарт Подолянка (Інститут фізіології рослин і генетики НАНУ, МІП) висівали у станційному сортовипробуванні після попередника сидеральний пар. Ґрунт Лісостепу України (МІП) – чорнозем глибокий малогумусний слабовилугований, середньосуглинкового гранулометричного складу. Потужність гумусового горизонту – 38–40 см, вміст гумусу – 3,58–4,18 %. Карбонатний шар залягає на глибині 45–65 см. Гідролітична кислотність – 1,7–2,2 мг-екв./100 г ґрунту, pH сольової витяжки – 5,4–6,0; максимальна гігроскопічність – 6,05. Ґрунт Полісся України (НСДС) – чорнозем глибокий малогумусний вилугований, різного ступеня опідзоленості, легкосуглинкового механічного складу. Вміст гумусу в орному шарі – 2,3–2,8 %; pH сольової витяжки – 5,45–5,75; гідролітична кислотність –

4,98 мг-екв./100 г ґрунту; вміст P_2O_5 – 12,5, K_2O – 13,2–13,9 мг/100 г ґрунту. Облікова площа ділянки 10 м^2, повторність чотириразова. Агротехніка загальноприйнята у виробництві. Сівбу проводили селекційною сівалкою СН-10Ц. Фенологічні спостереження і обліки проведено відповідно до загальноприйнятих методик [16, 17]. Для обробки експериментальних даних та встановлення достовірності отриманих результатів використано математично-статистичні методи [18]. З метою оцінки сприятливості умов середовища для формування продуктивності пшениці вираховували гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за методикою Г. Т. Селянинова [19]. Для аналізу гідротермічного режиму використовували дані метеорологічних спостережень і середні багаторічні показники (СБП) за 1980–2015 рр. агрометеостанції Миронівка та Ніжинської метеостанції.

Обговорення результатів. Мінливість погодних умов року має значний вплив на виробництво рослинної сільськогосподарської продукції, що залежить від забезпечення вологою і теплом, тобто від кількості опадів, періодичності їх випадання та температури повітря [20].

На рисунку 1 представлено характеристику погодних умов у Лісостепу України за роки досліджень.

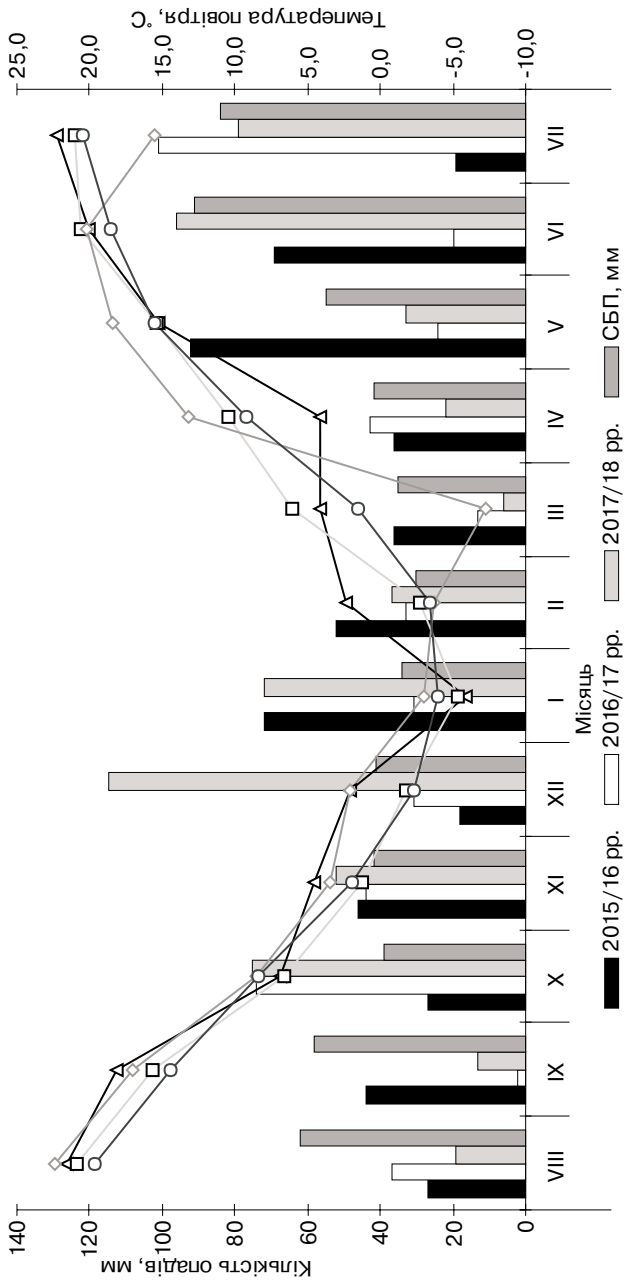
У роки досліджень середньорічна температура повітря в Лісостепу перевищувала СБП (1980–2015 рр., дані агрометеостанції Миронівка), що дорівнював 8,3 °С: 2015/16 р. – 9,6 °С (на 1,3 °С), 2016/17 р. – 9,0 °С (на 0,7 °С), у 2017/18 р. – 8,9 °С (на 0,6 °С).

Порівняно із середньою багаторічною (1980–2015 рр., дані агрометеостанції Миронівка) нормою (613 мм) річна сума опадів у 2015/16 р. склала 538 мм (88 % від СБП). Максимальний рівень опадів (92 мм) спостерігали у травні, коли інтенсивність ростових процесів має високу залежність від забезпеченості вологою і елементами живлення. У 2016/17 р. річна сума опадів становила 453 мм (74 % від СБП) за максимального зволоження (101 мм) у II–III декадах липня. На рівні середньої багаторічної норми була річна сума опадів 2017/18 р. (619 мм, або 101 % від СБП) з високим рівнем зволоження у грудні та червні.

Значно варіювали погодні умови й на Поліссі (рис. 2).

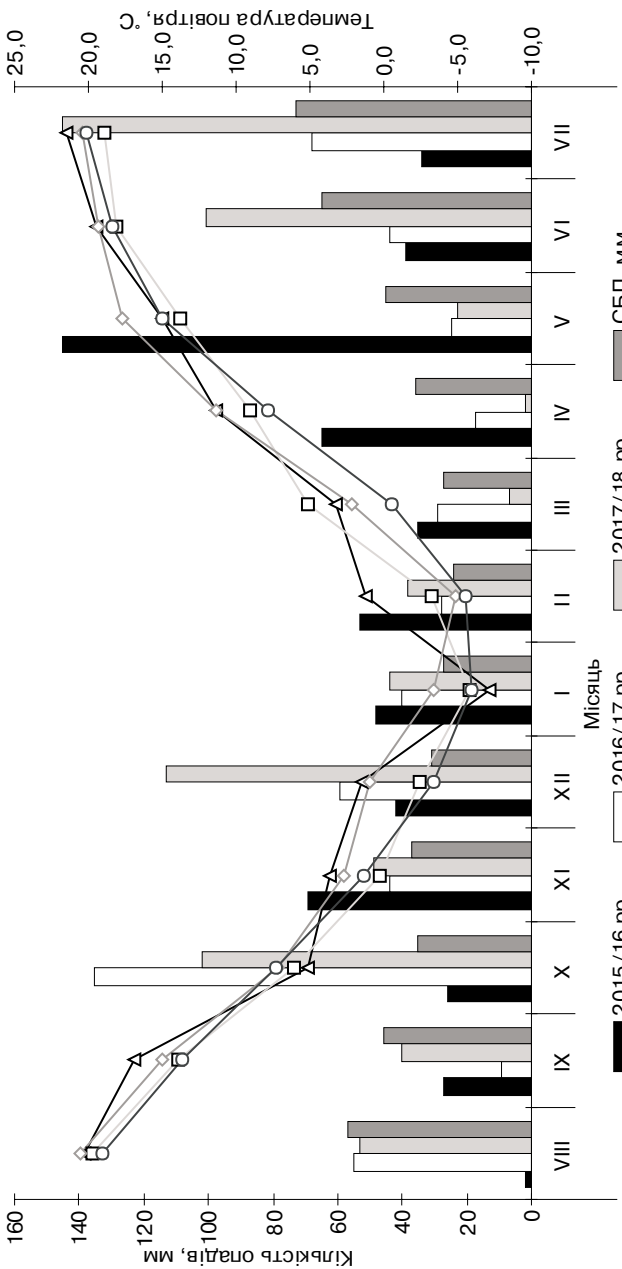
Середньорічна температура повітря у Поліссі також перевищувала середній багаторічний (1980–2015 рр., дані Ніжинської метеостанції) показник (7,3 °С): 2015/16 р. – 9,4 °С (на 2,1 °С), 2016/17 р. – 7,8 °С (на 0,5 °С), 2017/18 р. – 9,1 °С (на 1,8 °С).

Річна сума опадів на Поліссі порівняно із середньою багаторічною (1980–2015 рр., дані Ніжинської метеостанції) нормою за цей же період (649 мм) у 2015/16 р. дорівнювала 585 мм (90 % від СБП). Максимальну місячну норму опадів (145 мм) спостерігали у травні за настання фази колосіння, що сприяло інтенсивному росту стебла та різкому видовжен-



Примітка: СБП – середні багаторічні показники (1980–2015 рр.)

Рис. 1. Гідротермічний режим упродовж вегетаційного періоду пшениці озимої в зоні Лісостепу (2015–2018 рр.)



Примітка: СБП – середні багаторічні показники (1980–2015 рр.)

Рис. 2. Гідротермічний режим упродовж вегетаційного періоду пшениці озимої в зоні Полісся (2015/16–2017/18 рр.)

ню передостаннього міжвузля і виходу колоса з піхви верхнього листка. Річна сума опадів 2016/17 р. становила 553 мм (82 % від СБП) за максимального зволоження (135 мм) у жовтні. Річна сума опадів 2017/18 р. відповідала 717 мм (110 % від СБП) за високого рівня зволоження у жовтні, грудні, червні та липні.

Моніторинг у період вегетації пшениці м'якої озимої 2015–2018 рр. у зонах Лісостепу та Полісся свідчить про значний вплив агрометеорологічних умов на тривалість періодів росту і розвитку перспективних сортів (табл. 1).

Таблиця 1. **Тривалість періодів вегетації пшениці озимої залежно від волого-температурних умов у зонах Лісостепу та Полісся (2015/16–2017/18 рр.)**

Вегетаційний рік	Тривалість, діб		∑ опадів, мм		∑ t° факт., °С		Середньодобова t°, °С	
	Лісостеп	Полісся	Лісостеп	Полісся	Лісостеп	Полісся	Лісостеп	Полісся
Сівба-сходи								
2015/16	12	12	1,02	0	183,9	161,9	15,3	13,5
2016/17	20	26	66,8	124,2	197,1	214,8	9,9	8,3
2017/18	24	30	66,8	86,9	253,9	224,2	10,6	7,5
X*	19	23	44,9	70,4	211,6	200,3	11,9	9,8
Сходи-припинення осінньої вегетації								
2015/16	55	53	70,1	82,9	284,4	217,5	5,2	4,1
2016/17	22	22	19,6	52,3	96,9	57,8	4,4	2,6
2017/18	24	23	51,3	38,9	127,9	98,3	5,3	4,3
X	34	33	47,0	58,0	169,7	124,5	5,0	3,7
Припинення-відновлення весняної вегетації								
2015/16	85	92	124,2	150,9	-74,5	-128,3	-0,8	-1,3
2016/17	112	110	133,2	132,8	-290,0	-261,1	-2,6	-2,4
2017/18	110	110	362,5	277,6	-119,9	-234,4	-1,1	-2,1
X	102	104	206,6	187,1	-161,5	-207,9	-1,5	-1,9
Відновлення весняної вегетації-колосіння								
2015/16	87	83	157,7	141,2	786,7	664,6	9,1	8,0
2016/17	80	78	124,8	92,4	758,8	746,1	9,5	9,6
2017/18	44	42	44,0	19,8	688,9	612,1	15,7	14,6
X	70	68	108,8	84,5	744,8	674,3	11,4	10,7
Колосіння-повна стиглість								
2015/16	65	65	119,8	182,5	1187,6	1253,1	18,3	19,4
2016/17	58	59	80,3	73,4	1149,1	1045,9	19,8	17,7
2017/18	68	68	146,3	251,0	1271,0	1303,3	19,0	19,2
X	64	64	115,5	169,0	1202,6	1200,8	19,0	18,8

Примітка. * – середнє значення за три роки досліджень

За оптимальних термінів сівби пшениці озимої появу сходів зазвичай відмічають, коли середньодобова температура повітря не опускається нижче 13–14 °С, кущіння – за температури 11–12 °С, припинення осінньої вегетації – за зниження температури до 2–3 °С. Сума добових температур

осіннього періоду, яку рослина може використовувати у період кущіння, в середньому доходить до 350 °С, що за наявності вологи у верхньому горизонті грунту забезпечує кущистість більше трьох пагонів [21].

У наших дослідженнях у період сівба-сходи сума добових температур (Σt° факт.) варіювала від 161,9 °С (2015/16 р. на Поліссі) до 253,9 °С (2017/18 р. у Лісостепу). Розбіжність у термінах появи сходів залежала від співвідношення вологозабезпечення ґрунту в допосівний і післяпосівний періоди та температурного режиму зони вирощування. За оптимальних строків сівби (ІІІ декада вересня) залежно від мінливості гідротермічного режиму появу сходів в обох зонах відмічали у межах від 12 діб у 2015/16 р. (за достатньої кількості опадів у серпні, вересні і жовтні) до 30 діб у 2017/18 р. (внаслідок ґрунтово-повітряної посухи, яка тривала ще до початку сівби і до припинення осінньої вегетації пшениці).

Нами відмічено залежність тривалості осінньої вегетації від гідротермічного режиму. За роки проведених нами досліджень сума опадів варіювала від 19,6 мм (2016/17 р.) у пункті кліматичної зони Лісостепу (МІП) до 82,9 мм (2015/16 р.) у пункті кліматичної зони Полісся (НСДС). У наших дослідженнях осіння вегетація в обох кліматичних зонах тривала від 22 (2016/17 р.) до 55 діб (2015/16 р.). Отже, сухому осінньому періоду 2016/17 р. з мінімальною кількістю опадів (19,6 мм у Лісостепу, 52,3 мм на Поліссі) відповідав найкоротший період сходи-припинення вегетації (22 доби в досліджуваних зонах).

Сума осінніх добових температур, яку рослина може використати в період сходи-призупинення вегетації, в окремому пункті кліматичної зони Лісостепу становила в середньому 169,7 °С з диференціацією від 96,9 (2016/17 р.) до 284,4 °С (2015/16 р.), тоді як в окремому пункті кліматичної зони Полісся – 124,5 °С з варіюванням від 57,8 (2016/17 р.) до 217,5 °С (2015/16 р.), що за наявності вологи у верхньому горизонті грунту дало рослинам озимої пшениці можливість утворити від 3 до 5 пагонів.

Стан посівів пшениці озимої навесні значною мірою залежить від тривалості вимушеного спокою рослин і часу відновлення весняної вегетації (ЧВВВ). Зимовий спокій настає з припиненням осінньої вегетації, а закінчується з початком відновлення весняної. ЧВВВ як екологічний чинник був досліджений та вперше теоретично обгрунтуваний В. Д. Мединцем [22]. Тривале перебування рослин у стані спокою впливає на ріст, розвиток і продуктивність. Автором установлено: чим довший період зимового спокою пшениці озимої, тим більш ослабленими та кволими рослини виходять із зими.

У наших дослідженнях найдовший і найкоротший періоди вимушеного зимового спокою відмічено в зоні Лісостепу відповідно у 2016/17 р. (112 діб) та 2015/16 р. (85 діб). Сума добових температур (Σt° факт.) у пері-

од зимового спокою варіювала за роками від -74,5 °С до -290,0 °С у Лісостепу та від -128,3 °С до -261,1 °С у Поліссі за середньодобової температури відповідно до зон вирощування від -0,8 °С до -2,6 °С, що суттєво вплинуло на тривалість вищеназваного періоду.

Упродовж 2015/16–2017/18 рр. відмічали зміни у тривалості періоду від ЧВВВ до колосіння, який в окремому пункті кліматичної зони Лісостепу складав від 44 (2017/18 р.) до 87 діб (2015/16 р.), зони Полісся – від 42 (2017/18 р.) до 83 діб (2015/16 р.). Сума опадів за цей період варіювала від 19,8 мм (2017/18 р.) у Поліссі до 157,7 мм (2015/16 р.) у Лісостепу. Середня сума добових температур за весняний період у Лісостепу дорівнювала 744,8 °С, варіюючи за роками від 688,9 (2017/18 р.) до 786,7 °С (2015/16 р.), у Поліссі – 674,3 °С із варіюванням від 612,1 °С (2017/18 р.) до 746,1 °С (2016/17 р.). Середня добова температура в цей період була у межах від 8,0 °С (2015/16 р. у Поліссі) до 15,7 °С (2017/18 р. у Лісостепу). Такий температурний режим мав позитивний вплив на ріст нижніх міжвузлів та добовий приріст коренів, а також на початок утворення і диференціацію квіток, закладання тичинок і маточок.

Наприкінці ІІ декади травня з переходом температури повітря через +15 °С настає метеорологічне літо. Тривалість літнього періоду збігається з періодом колосіння-повна стиглість пшениці озимої. Суха і спекотна погода, а також нестача вологи у ґрунті порушують процес формування генеративних органів, унаслідок чого в колосі утворюється велика кількість недорозвинутих і стерильних квіток. За негативної дії цих факторів зерно формується щуплим, що призводить до недобору врожаю.

У наших дослідженнях тривалість міжфазного періоду колосіння-повна стиглість у зонах дослідження становила в середньому 64 доби. Максимальною в обох зонах вирощування за період досліджень Σt° факт. була у 2017/18 р. (1271,0 °С для Лісостепу та 1303,3 °С для Полісся). Добові температури варіювали від 17,7 °С (2016/17 р.) в зоні Полісся до 19,8 °С (2016/17 р.) в зоні Лісостепу, сума опадів – від 182,5 мм до 119,8 мм (2015/16 р.).

Упродовж вегетації пшениця поглинає вологу нерівномірно. Найбільше вона потрібна рослинам у період трубкування, особливо за 15 діб до виколошування, та впродовж близько 20 діб, коли рослина інтенсивно росте і формує колос. Нестача вологи в цей час призводить до значного зниження врожаю внаслідок зменшення кількості зерен у колосі та маси 1000 зерен [21].

Оцінюючи сприятливість умов середовища для формування продуктивності пшениці, вираховували гідротермічний коефіцієнт (ГТК), який є інтегральним показником, що відображає загальний вплив температури та опадів [19].

Рисунок 3 свідчить, що у 2015/16 р. в Лісостепу період сівба-сходи був достатньо зволоженим (ГТК 2,9), а тому оптимальним для подальшого розвитку рослин озимої пшениці та входження їх в зиму; в зоні Полісся від ЧВВВ до повної стиглості пшениці озимої спостерігали вищі ГТК (1,7; 1,4 та 1,4 відповідно до періодів розвитку) порівняно з Лісостепом (ГТК = 0,2; 0,9 та 1,0), що позитивно вплинуло на ріст, розвиток і врожайність досліджуваних сортів.

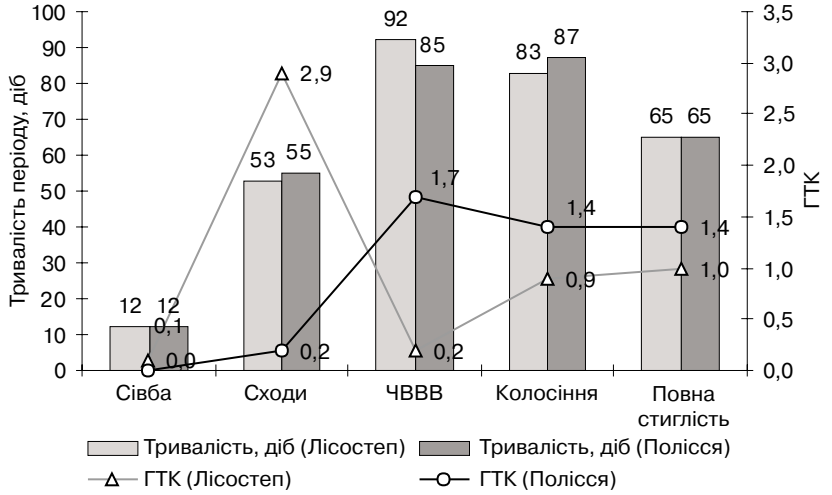


Рис. 3. Гідротермічні умови та тривалість окремих періодів вегетації пшениці озимої 2015/16 р.

У 2016/17 р. спостерігали надмірний рівень зволоження (ГТК = 4,1) в період сівба-припинення осінньої вегетації у Поліссі (рис. 4). У Лісостепу відмічали затяжний осінній період вегетації пшениці, за який випало 86,4 мм опадів, (ГТК = 0,6–2,0). Від ЧВВВ до повної стиглості пшениці озимої у Поліссі на відміну від Лісостепу спостерігали ГТК = 1,2; 0,8 і 1,9.

За отриманими даними, впродовж 2017/18 р. зона Лісостепу порівняно з Поліссям мала нижчий рівень зволоження за винятком ЧВВВ (ГТК = 0,3 у Поліссі, 0,6 у Лісостепу). На Поліссі в періоди колосіння та повної стиглості пшениці озимої відмічали навіть певне перезволоження ґрунту (ГТК = 1,9 і 2,5 відповідно), що призвело до незначного зниження врожайності (рис. 5, табл. 2) та розвитку збудників основних хвороб пшениці.

Одним із головних напрямів селекції пшениці озимої є генетичне поліпшення щодо підвищення та максимальної реалізації продуктивності

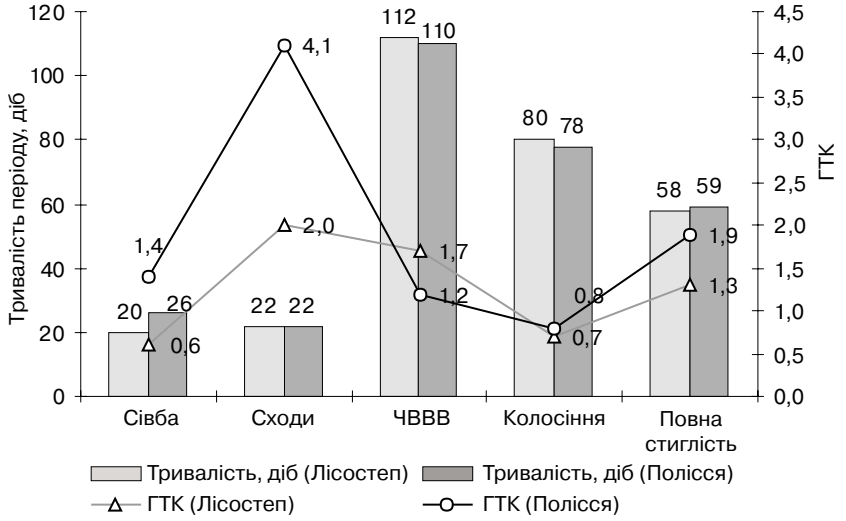


Рис. 4. Гідротермічні умови та тривалість окремих періодів вегетації пшениці озимої 2016/17 р.

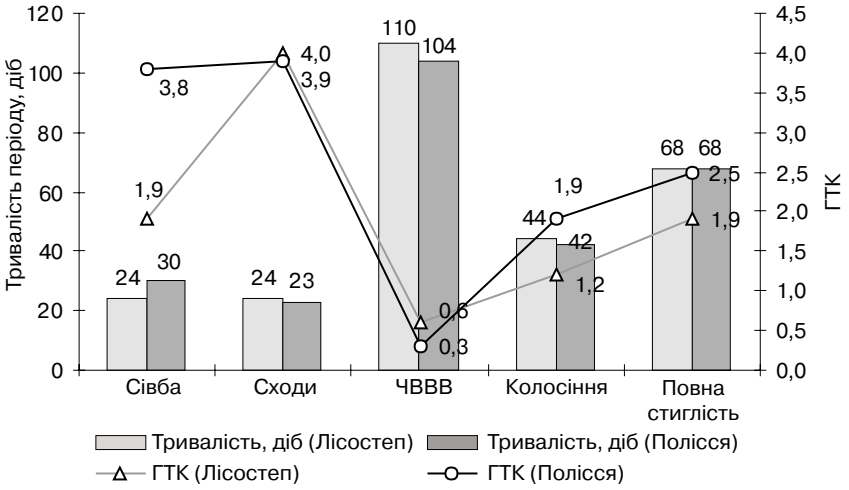


Рис. 5. Гідротермічні умови та тривалість окремих періодів вегетації пшениці озимої 2017/18 р.

сортів як головного чинника, який характеризує їх господарську цінність [23]. Стабільність і рівень урожайності озимої пшениці обумовлені величиною і співвідношенням кількісних ознак, що формуються на пев-

них етапах органогенезу і своєю чергою залежать від оптимальності чи напруженості факторів життєзабезпечення рослин [24].

У 2015/16 р. в зоні Лісостепу всі досліджувані сорти переважали за врожайністю стандарт Подолянка (6,41 т/га), кращим був сорт Горлиця миронівська (8,35 т/га), а в зоні Полісся на рівні стандарту (9,97 т/га) визначено сорт Естафета миронівська (9,69 т/га) (табл. 2).

Слід зазначити, що у 2016/17 р. урожайність озимої пшениці в зоні МІП (Лісостеп) була суттєво нижчою порівняно із зоною НСДС МІП (Полісся), що пов'язано з тривалою ґрунтово-повітряною посухою допосівного періоду, під час сівби й до припинення осінньої вегетації рослин. Сума опадів склала лише 71,9 мм від середньобагаторічної в цей період (160 мм). На фоні посухи морфофізіологічний стан рослин перед припиненням вегетації був незадовільним. У І декаді березня (ЧВВВ) температура повітря перевищувала середньобагаторічну на 8,2 °С. Дія підвищених температур, яка до того ж підсилювалась весняно-літньою повітряно-ґрунтовою посухою за мінімальної суми опадів (лише 52,6 % від середньобагаторічної 199,0 мм), негативно позначилась на всьому періоді формування врожаю, внаслідок чого продуктивність озимої пшениці в Лісостепу знизилась більше ніж удвічі. Найвищу врожайність порівняно зі стандартом Подолянка (4,03 т/га) забезпечив сорт Трудівниця миронівська (4,19 т/га). На відміну від Лісостепу в зоні Полісся температурний режим упродовж періоду вегетації 2016/17 р. був оптимальним, що сприяло підвищенню врожайності більшості сортів. Найвищий урожай порівняно з Подолянкою (8,73 т/га) забезпечив сорт Господиня миронівська (9,62 т/га).

У 2017/18 р. врожайність досліджуваних сортів у Лісостепу та Поліссі відповідала рівню стандарту Подолянка з незначним варіюванням. Але вищу врожайність спостерігали в Лісостепу, оскільки погодні умови року за середньодобовою температурою (8,9 °С) та з достатнім вологозабезпеченням були сприятливими (ГТК = 1,9). Ймовірним фактором зниження врожайності в зоні Полісся стало вилягання посівів як наслідок перезволоження за середньодобової температури 9,1 °С (ГТК = 2,5).

За роки досліджень (2015–2018) врожайність вищою була у пункті кліматичної зони Полісся з більш сприятливими для її формування умовами (2015/16 і 2016/17 рр.). Отже, на основі аналізу погодних умов Лісостепу і Полісся та рівня врожайності пшениці м'якої озимої в цих екосистемах визначено варіабельність сортів залежно від аутекологічного впливу.

Щоб визначити рівень адаптивності сорту, за допомогою дисперсійного аналізу необхідно встановити внесок досліджуваних факторів. Відповідно до результатів дослідження довірчий рівень (p-level) виявився меншим 0,1 % від рівня значущості за всіма факторами (табл. 3). З'ясували, що вплив фактору «зона» на врожайність пшениці озимої

Таблиця 2. **Урожайність зерна сортів пшениці озимої в зонах Лісостепу і Полісся, т/га**

Сорт	2015/16 р.				2016/17 р.				2017/18 р.				Середнє 2015/16–2017/18 рр.		
	Лісостеп		Полісся		Лісостеп		Полісся		Лісостеп		Полісся		Лісостеп	Полісся	x*
	x*	±**	x	±	x	±	x	±	x	±	x	±			
Подолянка, *стандарт*	6,41	–	9,97	–	4,03	–	8,73	–	6,31	–	6,07	–	5,58	8,26	6,92
Трудівниця МИР	7,61	+1,2	8,37	-1,60	4,19	+0,16	8,56	-0,17	5,93	-0,38	5,35	-0,72	5,91	7,43	6,67
Горлиця МИР	8,35	+1,94	6,63	-3,34	3,68	-0,35	8,85	+0,12	5,79	-0,52	4,58	-1,49	5,94	6,69	6,32
МІП Валенсія	7,91	+1,50	7,33	-2,64	3,91	-0,12	9,65	+0,92	6,01	-0,30	5,78	-0,29	5,94	7,59	6,77
Господиня МИР	6,97	+0,56	8,93	-1,04	4,11	+0,08	9,62	+0,89	6,36	+0,05	4,87	-1,20	5,81	7,81	6,81
МІП Княжна	6,59	+0,18	8,28	-1,69	3,45	-0,58	8,17	-0,56	5,11	-1,20	5,29	-0,78	5,05	7,25	6,15
Вежа МИР	6,90	+0,49	8,88	-1,09	3,33	-0,70	9,02	+0,29	5,32	-0,99	5,96	-0,11	5,18	7,95	6,57
МІП Дніпрянка	7,15	+0,74	9,33	-0,64	3,77	-0,26	9,42	+0,69	6,59	+0,28	6,25	+0,18	5,84	8,33	7,09
Естафета МИР	7,81	+1,40	9,69	-0,28	3,41	-0,62	8,06	-0,67	6,28	-0,03	6,95	+0,52	5,83	8,23	7,03
Грація МИР	7,28	+0,87	9,66	-0,31	3,68	-0,35	9,27	+0,54	6,79	+0,48	5,42	-0,65	5,92	8,12	7,02
Середнє	7,30	–	8,71	–	3,76	–	8,94	–	6,05	–	5,65	–	5,7	7,77	6,74
Max	8,35	–	9,97	–	4,19	–	9,65	–	6,79	–	6,95	–	5,94	8,33	7,14
Min	6,41	–	6,63	–	3,33	–	8,06	–	5,11	–	4,58	–	5,05	6,69	5,87
НІР = 0,30															

Примітки. МИР – миронівська, миронівський; * – середнє; ** ± до стандарту

становив 38,8 %, фактору «рік» – 22,9 %, взаємодія факторів «рік × зона» – 36,4 %, а вплив фактору «сорт» складав лише 2,4 %, що свідчить про суттєві відмінності за рівнем урожайності, але цей показник більшою мірою залежав від умов вирощування сортів. Таким чином, урожайність достовірно залежала від кліматичної зони і року та від їх взаємодії.

Таблиця 3. **Результати дисперсійного аналізу врожайності сортів пшениці озимої в Лісостепу і Поліссі, 2015–2018 рр.**

Джерело змін	SS[1]	df[2]	MS[3]	$F_{факт.}$[4]	p-level[5]	Вплив фактора, %	Внесок у дисперсію, %
Сорт	21,28	9	2,36	52,43	0,00	2,4	0,4
Рік	203,16	2	101,58	2252,71	0,00	22,9	19,3
Зона	255,59	1	255,59	5667,93	0,00	28,8	48,5
Сорт × рік	18,37	18	1,02	22,63	0,00	2,1	0,2
Сорт × зона	20,49	9	2,28	50,48	0,00	2,3	0,4
Рік × зона	323,85	2	161,92	3590,89	0,00	36,4	30,7
Сорт × рік × зона	37,70	18	2,09	46,45	0,00	4,2	0,4
Похибка	8,12	180	0,05			0,9	0,0

Примітки. 1 – суми квадратів відхилень; 2 – кількість степенів вільності; 3 – середній квадрат (оцінка дисперсії); 4 – критерій Фішера; 5 – довірчий рівень

Висновки. Погодні умови в роки досліджень відобразили кліматичну нестабільність зон Лісостепу та Полісся України. Виявлено диференціацію перспективних сортів пшениці м'якої озимої за тривалістю окремих періодів вегетації та врожайністю залежно від погодних умов. Врожайність достовірно залежала від кліматичної зони і року та від їх взаємодії. За три роки досліджень вищу врожайність отримано в зоні Полісся, де погодні умови були більш сприятливими для формування зернової продуктивності.

Список використаних джерел

1. Лупенко Ю. О., Месель-Веселяк В. Я. Стратегічні напрями розвитку сільського господарства України на період до 2020 року. Київ : ННЦ ІАЕ, 2012. 182 с.
2. Шпичак О. М., Боднар О. В. Вигоди та проблеми експорту зерна з України. *Економіка АПК*. 2013. № 10. С. 5–15.
3. Denisow B., Malinowski D. P. Climate change and the future of our world – implications for plant phenology, physiology, plant communities, and crop management. *Acta Agrobotanica.* 2016. Vol. 69, No. 2. P. 1–4. doi: 10.5586/aa.1683
4. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. Зерновиробництво. Львів : НВФ «Українські технології», 2008. 624 с.
5. Носатовский А. И. Пшеница. Биология. 2-е изд., доп. Москва : Колос, 1965. 567 с.
6. Гірко В. С., Сабадін Н. А. Підвищення потенціалу продуктивності на основі морфофізіологічних показників. *Селекція, насінництво і технології вирощування зернових колосових культур у Лісостепу України /* за ред. В. Т. Колючого, В. А. Власенка, Г. Ю. Борсука. Київ : Аграрна наука, 2007. С. 16–17.
7. Білокінь І. П. Вплив внутрішніх факторів на ріст рослин. *Ріст і розвиток рослин*. Київ : Вища школа, 1975. С. 42–52.

8. Borlaug N. E. The use of multilineal or composite varieties to control airborne epidemic diseases of self-pollinated crop plants. *First Intern. Wheat Genetics Symp*. : Proc. (Winnipeg, August 11–15, 1958). Winnipeg : Univ. of Manitoba, 1959. P. 12–27.
9. Куперман Ф. М. Биологические основы продуктивности пшеницы. Москва : Изд-во МГУ, 1950. 199 с.
10. Литвиненко М. А. За доброго господарювання пшениця у нас виросте не гірша, ніж у Канаді. *Зерно і хліб*. 2005. № 4. С. 39–41.
11. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Лозінський М. В. Принципи підбору пар для гібридизації в селекції озимої пшениці *T. aestivum* L. на адаптивність до умов довкілля. *Фактори експериментальної еволюції організмів.* Київ, 2015. Т. 16. С. 92–96.
12. Солодушко М. М. Вплив тривалості осінньої вегетації на урожайність пшениці озимої. *Агроном*. 2011. № 4. С. 54–55.
13. Ахмедов А. Д., Якунин Д. А. Изменение климата и сельскохозяйственное производство. *Вестник РАСХН*. 2011. № 5. С. 18–19.
14. Базалій В. В., Ларченко О. В., Лавриненко Ю. О., Базалій Г. Г. Адаптивний потенціал сортів пшениці озимої залежно від умов вирощування. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. Київ : Логос, 2009. Т. 6. С. 215–218.
15. Власенко В .А., Коломієць Л. А. Селекція пшениці озимої на підвищення загальної адаптивності. *Бюлетень Інституту зернового господарства.* Дніпропетровськ, 2008. № 35. С. 83–86.
16. Методика проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур. *Охорона прав на сорти рослин*: офіц. бюл. Київ : Алефа, 2003. Вип. 2, ч. 3. 241 с.
17. Бороевич С. Принципы и методы селекции растений / пер. с сербохорв. В. В. Иноземцева. Москва : Колос, 1984. 344 с.
18. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
19. Селянинов Г. Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата. *Мировой агроклиматический справочник.* Ленинград-Москва : [б. и.], 1937. С. 5–29.
20. Адаменко Т. Агрометеорологічні особливості весняно-літнього періоду та їх вплив на сільськогосподарські культури. *Агроном.* 2017. № 3. С. 14–15.
21. Губанов Я. В., Иванов Н. Н. Биологические особенности. Озимая пшеница. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : ВО «Агропромиздат», 1988. С. 22–65.
22. Мединец В. Д. Экологический эффект времени возобновления весенней вегетации. *Земледелие*. 1979. № 1. С. 33–37.
23. Васильківський С. П., Лозінський М. В., Хоменко Т. М. Розширення генетичного різноманіття м'якої озимої пшениці за мутантно-сортової та міжмутантної гібридизації. *Сучасні технології селекційного процесу сільськогосподарських культур*: Тези міжнародного наукового симпозіуму (м. Харків, 7–9 липня 2004 р.). Харків : ІР ім. В.Я. Юр'єва, 2004. С. 75–76.
24. Орлюк А. П., Гончарова К. В. Проблема поєднання високої продуктивності та екологічної стійкості сортів озимої пшениці. *Фактори експериментальної еволюції організмів* : зб. праць / за ред. М. В. Роїка. Київ : Аграрна наука, 2003. С. 180–187.

References

1. Lupenko, Yu. O., & Mesel-Veseliak, V. Ya. (2012). Strategic Directions of Agricultural Development in Ukraine for the Period until 2020. Kyiv: NSC IAE. [in Ukrainian]
2. Shpychak, O. M., & Bodnar, O. V. (2013). Benefits and problems of export grain from Ukraine. *The Economy of Agro-Industrial Complex*, *10,* 5–15. [in Ukrainian]

3. Denisow, B., & Malinowski, D. P. (2016). Climate change and the future of our world – implications for plant phenology, physiology, plant communities, and crop management. *Acta Agrobotanica*, *9*(2), 1–4. doi: 10.5586/aa.1683
4. Lykhochvor, V. V., Petrychenko, V. F., & Ivashchuk, P. V. (2008). Grain Production. Lviv: NVF «Ukrainski tekhnolohii». [in Ukrainian]
5. Nosatovskiy, A. I. (1965). Wheat. Biology. (2th ed., rev.). Moscow: Kolos. [in Russian]
6. Hirko, V. S., & Sabadin, N. A. (2007). Increasing productivity potential based on morphological and physiological indices. In V. T. Koliuchyi, V. A. Vlasenko, & H. Yu. Borsuk (Eds.). *Breeding, Seed Production and Technologies of Grain Cereal Cultivation in the Forest-Steppe of Ukraine.* (pp. 16–17). Kyiv: Ahrarna nauka. [in Ukrainian]
7. Bilokin, I. P. (1975). The influence of endogenous factors on plant growth. In *Plant Growth and Development* (pp. 42–52). Kyiv: Vyshcha shkola. [in Ukrainian]
8. Borlaug, N. E. (1959). The use of multilineal or composite varieties for control airborne epidemic diseases of self-pollinated crop plants. *First Intern. Wheat Genetics Symp.*: Proc. (pp. 12–27). August 11–15, 1958, Winnipeg, Canada.
9. Kuperman, F. M. (1950). Biological Basis of Wheat Productivity. Moscow: Publishing house of Moscow State University. [in Russian]
10. Lytvynenko, M. A. (2005). With good management, wheat will grow no worse than in Canada. *Grain and Bread*, *4*, 39–41. [in Ukrainian]
11. Burdeniuk-Tarasevych, L. A., & Lozinskyi, M. V. (2015). Principles of selecting pairs for hybridization in winter wheat *T. aestivum* L. breeding for adaptability to environmental conditions. *Factors in Experimental Evolution of Organisms, 16*, 92–96. [in Ukrainian]
12. Solodushko, M. M. (2011). The influence of autumn vegetation duration on winter wheat yield. *Agronom Journal*, *4*, 54–55. [in Ukrainian]
13. Akhmedov, A. D., & Yakunin, D. A. (2011). Climate change and agricultural production. *RAAS Bulletin*, *5*, 18–19. [in Russian]
14. Bazalii, V. V. Larchenko, O. V., Lavrynenko, Yu. O., & Bazalii, H. H. (2009). Adaptive potential of winter wheat varieties depending on the conditions of cultivation. *Factors in Experimental Evolution of Organisms*, *6*, 272–275. [in Ukrainian]
15. Vlasenko, V. A., & Kolomiiets, L. A. (2008). Winter wheat breeding for increasing general adaptability. *Bulletin of the Institute of Grain Farming*, *35*, 83–86. [in Ukrainian]
16. Volkodav, V. V. (Ed.). (2003). Methods of Examination and State Variety Testing Cereals and Legumes. Rights Protection for Plant Varieties (Iss. 2, Part 2). Kyiv: Alefa. [in Ukrainian]
17. Borojevic, S. (1984). Principles and Methods of Plant Breeding. (V. V. Inozemtsev, Trans.). A. K. Fedorov (Ed.). Moscow: Kolos. [in Russian]
18. Dospekhov, B. A. (1985). Methodology of Field Experiments (with the Basics of Statistical Processing of Research Results). (5th ed., rev.). Moscow: Agropromizdat. [in Russian]
19. Selyaninov, G. T. (1937). Methods of agricultural climate characteristics. In *World Agroclimatic Reference Book* (pp. 5–29). Moscow-Leningrad: N.p. [in Russian]
20. Adamenko, T. (2017). Agrometeorological features of spring-summer period and their influence on agricultural crops. *Agronom Journal*, *3*, 14–15. [in Ukrainian]
21. Gubanov, Ya. V., & Ivanov, N. N. (1988). Biological Features. Winter Wheat. (2th ed., rev.). (pp. 22–65). Moscow: VO Agropromizdat. [in Russian]
22. Medinets, V. D. (1979). Environmental effect of time of spring vegetation resumption. *Agriculture*, *1*, 33–37. [in Russian]
23. Vasylkivskyi, S. P., Lozinskyi, M. V., & Khomenko, T. M. (2004). Increase of genetic diversity of bread winter wheat for mutant-varietal and intermutant hybridization. *Modern Technologies of Breeding Process of Agricultural Crops:* abstracts of Intern. Sci. Symp. (pp. 75–76). July 7–9, 2004, Kharkiv, Ukraine. [in Ukrainian]
24. Orliuk, A. P., & Honcharova, K. V. (2003). The problem of combining high productivity and environmental sustainability of winter wheat varieties. In M. V. Roik (Ed.). *Factors in Experimental Evolution of Organisms* (pp. 180–187). Kyiv: Ahrarna nauka. [in Ukrainian]

Влияние погодных условий на продолжительность отдельных периодов вегетации и урожайность озимой мягкой пшеницы в Лесостепи и Полесье

Близнюк Б. В.[1], Лось Р. Н.[1]
Демидов А. А.[1], доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент НААН
Кириленко В. В.[1], доктор сельскохозяйственных наук
Гуменюк А. В.[1], кандидат сельскохозяйственных наук
Данюк Т. А [2]

[1]Мироновский институт пшеницы имени В. Н. Ремесло НААН
Украина, 08853, с. Центральное, Мироновский район Киевской обл.
e-mail: kolomyets359@gmail.com
[2]Украинский институт экспертизы сортов растений
Украина, 03041, г. Киев, ул. Генерала Родимцева, 15

Цель. Проанализировать погодные условия в Лесостепи и Полесье и выявить их влияние на продолжительность отдельных периодов вегетации и урожайность озимой мягкой пшеницы в этих зонах. **Методы.** Полевые опыты закладывали в 2015–2018 гг. в зонах расположения Мироновского института пшеницы имени В. Н. Ремесло НААН (Лесостепь) и Носовской селекционно-опытной станции (Полесье). Посев, фенологические наблюдения и учеты проводили в соответствии с общепринятыми методиками и методическими рекомендациями в селекции озимой мягкой пшеницы. Для анализа гидротермического режима использовали данные метеорологических наблюдений и средние многолетние показатели (СМП) за 1980–2015 гг. агрометеостанции Мироновка и Нежинской метеостанции. **Результаты**. За годы исследований среднегодовая температура воздуха в Лесостепи превышала СМП (8,3 °С) на 0,6–1,3 °С, на Полесье была выше СМП (7,3 °С) на 0,5–2,1 °С. Годовая сумма осадков в Лесостепи составляла от 74 до 101 % от СМП (613 мм), на Полесье – от 82 до 110 % от СМП (649 мм). При оптимальных сроках сева (III декада сентября) в зависимости от условий года появление всходов отмечали в пределах от 12 суток (2015/16 г., Лесостепь) до 30 суток (2017/18 г., Полесье). Сумма суточных температур за период посев-всходы варьировала от 161,9 °С (2015/16 г., Полесье) до 253,9 °С (2017/18 г., Лесостепь). Осенняя вегетация в разные годы продолжалась 22–55 суток в обеих климатических зонах, период вынужденного зимнего покоя – от 85 до 112 суток в Лесостепи и от 92 до 110 суток на Полесье, период от возобновления весенней вегетации до колошения – от 85 суток в Лесостепи до 110 суток на Полесье. Продолжительность межфазного периода колошение-созревание в среднем составляла 64 дня по обеим зонам. В 2015/16 г. в Лесостепи в отличие от зоны Полесья все исследуемые сорта превосходили по урожайности стандарт Подолянка. В 2016/17 г. урожайность озимой пшеницы в зоне Лесостепи была существенно ниже по сравнению с Полесьем, что связано с длительной почвенно-воздушной засухой. В 2017/18 г. более высокая урожайность отмечена в Лесостепи, поскольку оптимальные погодные условия зоны были более благоприятными по сравнению с переувлажнением на Полесье. **Выводы.** Погодные условия в годы исследований отразили климатическую нестабильность зон Лесостепи и Полесья Украины. Выявлена дифференциация перспективных сортов озимой мягкой пшеницы по продолжительности отдельных периодов вегетации и урожайности в зависимости от погодных условий. Урожайность достоверно зависела от климатической зоны, года и от их взаимодействия. За три года исследований более высокая урожайность получена в зоне Полесья, где погодные условия были благоприятнее для формирования зерновой продуктивности.

Ключевые слова: *озимая мягкая пшеница, сорт, гидротермический режим, периоды вегетации, гидротермический коэффициент Селянинова, урожайность*

The influence of weather conditions on duration of particular vegetation periods and yield of bread winter wheat in Forest-Steppe and Polissia

Blyzniuk B. V.[1], Los R. M.[1]
Demydov O. A.[1], Doctor of Agricultural Sciences, Corresponding Member of NAAS
Kyrylenko V. V.[1], Doctor of Agricultural Sciences
Humeniuk O. V.[1], Candidate of Agricultural Sciences
Daniuk T. A.[2]

[1]The V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS
Tsentralne village, Myronivka district, Kyiv region, 08853, Ukraine
e-mail: kolomyets359@gmail.com
[2]Ukrainian Institute for Plant Variety Examination
15, Henerala Rodymtseva St., Kyiv, 030041, Ukraine

Purpose. To analyze weather conditions in Forest-Steppe and Polissia and identify their effect on duration of particular vegetation periods and yield of bread winter wheat in these areas. **Methods.** Field trials were established in 2015-2018 in the zones V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS (Forest-Steppe) and Nosivka Plant Breeding and Experimental Station (Polissia). Sowing, phenological observations, and counting were conducted in accordance with conventional methods and guidelines for bread winter wheat breeding. To analyze hydrothermal regime, there were used data of meteorological observations and normal annual indicators (NAI) for the 1980-2015 from the Agrometeorological Station Myronivka and Nizhyn Meteorological Station. **Results.** During the years of the research, average annual air temperature in Forest-Steppe exceeded NAI (8.3 °C) by 0.6–1.3 °C, in Polissia it exceeded NAI (7.3 °C) by 0.5–2.1 °C. Annual precipitation in Forest-Steppe ranged from 74 to 101 % of NAI (613 mm), in Polissia did from 82 to 110 % of NAI (649 mm). Under optimal sowing terms (the third decade of September), depending on the year conditions the emergence date was noted within 12 days (2015-16, Forest-Steppe) to 30 days (2017-18, Polissia). Total mean temperature during sowing-emergence varied from 161.9 °C (2015-16 in Polissia) to 253.9 °C (2017-18 in Forest-Steppe). Autumn vegetation in different years continued 22–55 days in both climatic zones, period of winter dormancy did from 85 to112 days in Forest-Steppe and from 92 to 110 days in Polissia; period from spring vegetation resumption to heading was from 85 days in Forest-Steppe to 110 days in Polissia. Duration of interphase period from heading to full ripeness averaged 64 days in both zones. In 2015-16, in Forest-Steppe unlike Polissia all the varieties studied exceeded the standard Podolianka in yield. In 2016-17, winter wheat yield in Forest-Steppe zone was significantly lower as compared to Polissia because of prolonged soil-air drought. In 2017-18, higher yield was observed in Forest-Steppe, as optimal weather conditions in the zone were more favorable than waterlogging in Polissia. **Conclusions.** The weather conditions in the years of the research reflected the climate instability of Forest-Steppe and Polissia regions of Ukraine. Differentiation of promising varieties of bread winter wheat in duration of particular vegetation periods and yield depending on weather conditions was revealed. Yield reliably depended on the climatic zone, year of the research, and on their interaction. During three years of the research, higher yields were obtained in Polissia area, where weather conditions were more favorable for grain productivity formation.

Key words: *bread winter wheat, variety, hydrothermal conditions, vegetation period, Selyaninov's coefficient, yield*