

## ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ АГРОТЕХНОЛОГІЇ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ

**ГАДЗАЛО Я.М.** – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік Національної академії аграрних наук України  
[orcid.org/0000-0002-5028-2048](https://orcid.org/0000-0002-5028-2048)

Національна академія аграрних наук України

**БОЖЕГОВА Р.А.** – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік Національної академії аграрних наук України  
[orcid.org/0000-0002-3895-5633](https://orcid.org/0000-0002-3895-5633)

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

**ЛІКАР Я.О.** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
[orcid.org/0000-0003-1241-8634](https://orcid.org/0000-0003-1241-8634)

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Постановка проблеми.** Забезпеченість рослин пшениці озимої, як і інших агрокультур, доступною вологою є одним з найголовніших засобів отримання високих, сталих і якісних врожаїв. При цьому, на великих площах проявляється дефіцит опадів, який на фоні високого температурного режиму, низької вологості повітря, суховіїв викликає термічний стрес у рослин, припинення фізіологічних процесів, що в свою чергу негативно позначається на врожайності та якості рослинницької продукції. Важливим елементом технології вирощування пшениці озимої є строки сівби, особливо їх значення зростає упродовж останніх років за змін клімату у напрямку зростання тривалості періоду вегетації, що потребує досліджень зі встановлення впливу строків сівби на продукційні процеси озимих культур.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** За останні роки в сільськогосподарській галузі загострюються й поглиблюються проблеми захисту рослин, що пов'язані з процесами глобалізації, зростанням торговельного обміну між різними континентами і країнами, використання сучасних інтенсивних сортів і гібридів, які створені для отримання високої урожайності та якості, проте одночасно, мають низький рівень толерантності до шкідливих організмів. Крім того, змінюються глобальні, регіональні та локальні кліматичні умови, що викликає зростання чисельності та шкодочинності багатьох шкідливих видів, особливо, карантинних об'єктів. Тому важливим резервом зростання продуктивності сільськогосподарських культур є захист рослин, який за останні десятиліття формується на інноваційних інтегрованих методологічних принципах [1–6].

В основу інтегрованих систем захисту рослин покладено біологізовані та екологізовані підходи для забезпечення рівноваги в агроєкосистемах, орієнтовані поряд з використанням агротехнічних, хімічних, біологічних та інших методів з використанням, насамперед, природних регуляторних механізмів. При цьому особлива роль належить заходам із захисту рослин, які використовуючи теоретичні знання та практичні навички здатні запланувати

й впровадити систему захисту рослин для отримання високої урожайності та якості, максимальних економічних показників та мінімізації антропогенного тиску на довкілля [7–9]. В світових системах землеробства велику роль відіграють сучасні прилади, обладнання та технології, що контролюють загальний фізіологічний стан рослин, проводять фітосанітарний моніторинг тощо. Крім того, велике значення має використання нових засобів із захисту рослин біологічного походження, які мають безпосередній екологічно «чистий» вплив на шкідливий об'єкт і не шкодять довкіллю [10, 11].

Важливим елементом технології вирощування пшениці озимої є строки сівби, особливо їх значення зростає упродовж останніх років [12, 13]. За результатами досліджень учених встановлено, що відхилення від оптимального строку сівби значно впливає на ріст і розвиток рослин, морозостійкість, стійкість до несприятливих чинників навколишнього середовища, виживання рослин, густоту продуктивного стеблостою та призводить до значного варіювання урожайності [14, 15]. Аналіз багаторічних досліджень із вивчення календарних строків сівби свідчить про те, що за нинішніх агротехнологій і змін клімату спостерігається чітка тенденція до зміщення оптимальних термінів у бік пізніших [16, 17].

**Мета дослідження.** Визначення елементів продуктивності різних сортів пшениці озимої залежно від строків сівби та методів захисту рослин в умовах зрошення Південного Степу України

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження проводили протягом 2010–2013 років на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН України, що знаходиться в південно-західній частині Херсонської області у 12 км від м. Херсона на землях Інгулецької зрошувальної системи.

Трифакторний дослід (фактор А – сорт, В – строк сівби, С – система захисту рослин) закладали методом рендомізованих розщеплених блоків. Повторність чотириразова, посівна площа ділянки третього порядку – 75 м<sup>2</sup>, облікова – 50 м<sup>2</sup>.

Фактор А. Сорт пшениці озимої Кохана. Оригіна-тор: Інститут зрошуваного землеробства НААН. Різновид *erythrospermum*. Короткостебловий сортотип. Характеризується високою репродуктивною здатністю, стійкий до вилягання. Морозостійкість вище середньої, посухостійкий.

Сорт пшениці озимої Овідій. Оригіна-тор: Інститут зрошуваного землеробства НААН. Різновид *lutescens*. Сорт є одним з найбільш зимостіких в Україні – до 95% перезимівлі (рослини протягом 85 днів знаходиться під кригою). Морозостійкість вище середньої, посухостійкість і термостійкість високі.

Сорт пшениці озимої Марія. Оригіна-тор: Інститут зрошуваного землеробства НААН. Різновид *erythrospermum*. Стійкий до вилягання та ураження хворобами. Посухостійкий.

Фактор В. Строк сівби: перший – 20 вересня, другий – 01 жовтня, третій – 10 листопада.

Фактор С. Система захисту рослин: контроль (обробка водою), біозахист, хімзахист.

Використовували методичні рекомендації з про-ведення польових дослідів [18–20].

Результати наших досліджень показали, що досліджувані агротехнічні чинники різною мірою впливали на висоту рослин пшениці озимої за її вирощування на поливних землях Південного Степу України (табл. 1). Даний показник продуктивності рослин найбільшої величини, на рівні 103,9–105,7 см досягнув на ділянках із сортом Кохана за першого строку сівби (20.09) та дотри-манні біологічного та хімічного захисту рослин. Найменша висота (90,4 см) виявилася у варіанті з сортом Овідій за третього строку сівби (10.10) та без застосування засобів захисту рослин (обробка водою).

За сортовим складом проявилась перевага сорту Кохана, в якого висота, в середньому, зростає до 97,7 см, що більше за сорт Марія на 1,8%, а за сорт Овідій – на 5,7%, відповідно. Різниця у висоті між сортами Марія та Овідій склала 3,5 см або 3,8%.

За першого строку сівби одержано максимальні значення висоти рослин, в усіх сортів, продуктив-

ність яких вивчали. Так, у сорту Овідій за сівби 20 вересня цей показник склав, у середньому по фактору, 93,5 см, а у сортів Марія та Кохана підви-щився до 100,8 і 102,9 см. Незалежно від сортового складу різниця між другим (01.10) і третім (10.10) строками сівби була майже відсутня – у межах 0,8-2,1%. При цьому другий і третій строки сівби забезпечили формування меншої висоти рослин у діапазоні від 4,0–9,7%.

Захист рослин мав незначний вплив на форму-вання висоти сортів пшениці озимої. У контроль-ному варіанті вона склала, в середньому по фак-тору, 93,7 см, за біологічного захисту відзначено її зростання на 2,2% (до 95,8 см), а за дотримання хімічної системи захисту рослин таке зростання теж було неістотним – на 2,9% (до 96,5 см). Між варі-антами хімічного та біологічного захисту різниця склала лише 0,7%.

Важливим аспектом дослідів є можливість визна-чення рівня впливу окремих біометричних показни-ків на формування урожайності зерна сортів озимої пшениці з використанням кореляційно-регресійних моделей. Встановлено, що між висотою рослин і врожайністю зерна сортів пшениці існує тісний пря-мий кореляційний зв'язок за використання засобів захисту (рис. 1).

Так, коефіцієнт кореляції між висотою рослин та урожайністю зерна сортів пшениці становив 0,663 та 0,719 за використання хімічного та біоло-гічного захисту відповідно.

Високий коефіцієнт кореляції став можливим завдяки, перш за все, позитивному впливу трива-лості періоду вегетації неушкоджених патогенами рослин на висоту рослин сортів пшениці.

Без біологічного та хімічного захисту рослин висота рослин сортів пшениці не могла досяг-нути оптимальних сортових параметрів з причини ушкодження рослин патогенами, тому і коефіцієнт кореляції був на нульовому рівні, що свідчить про певну межу росту сортів рослин пшениці озимої, що є оптимальною для формування потенційної уро-жайності зерна без застосування засобів захисту.

**Таблиця 1 – Висота рослин пшениці озимої залежно від сортового складу, строків сівби та захисту рослин, см (середнє за 2010-2013 рр.)**

Сорт (фактор А)	Строк сівби (фактор В)	Захист рослин (фактор С)			Середнє по факторах	
		контроль	біозахист	хімзахист	В	А
Овідій	Перший (20.09)	91,7	93,4	95,3	93,5	92,4
	Другий (01.10)	92,3	93,0	91,7	92,4	
	Третій (10.10)	90,4	90,8	93,0	91,4	
Марія	Перший (20.09)	99,9	102,1	100,5	100,8	95,9
	Другий (01.10)	90,7	95,2	95,3	93,7	
	Третій (10.10)	92,7	93,7	93,3	93,2	
Кохана	Перший (20.09)	99,2	103,9	105,7	102,9	97,7
	Другий (01.10)	93,1	95,4	96,4	95,0	
	Третій (10.10)	93,1	94,9	97,2	95,1	
Середнє по фактору С		93,7	95,8	96,5	95,3	
НІР <sub>05</sub> часткових відмінностей, см: А – 1,2; В – 1,2; С – 1,2 головних ефектів, см: А – 0,7; В – 0,7; С – 0,7						

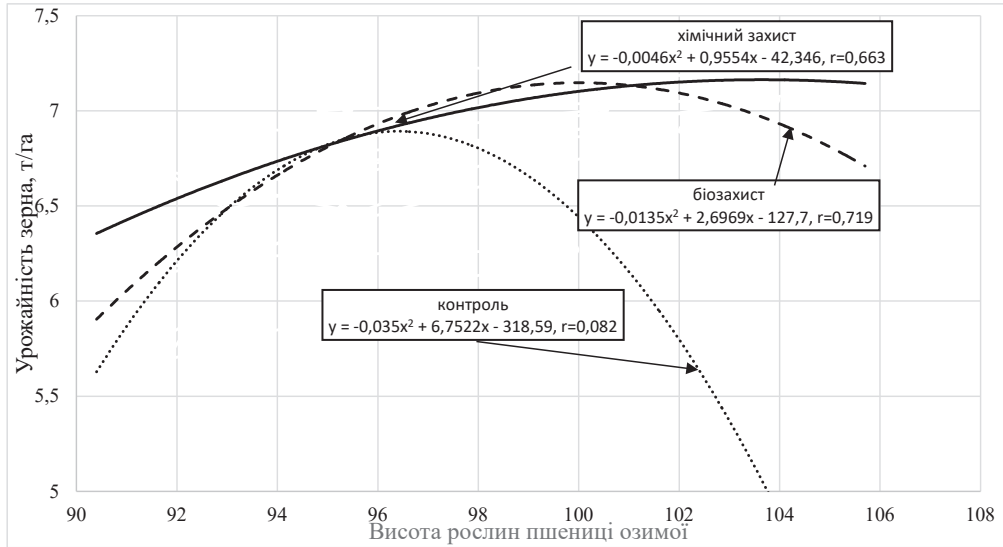


Рис. 1. Кореляційно-регресійні моделі залежності між урожайністю та висотою рослин сортів пшениці озимої

Параметри фотосинтетичного апарату озимої пшениці є запорукою ефективного процесу асиміляції. Площа листової поверхні досліджуваних сортів коливалась у широкому діапазоні, від 35,5–35,8 тис. м<sup>2</sup>/га на ділянках з сортом Овідій за першого і третього строків сівби та без використання засобів захисту рослин (обробка водою) до 46,8 тис. м<sup>2</sup>/га – у сорту Кохана за другого строку сівби та дотриманні хімічного захисту рослин (табл. 2).

За сортовим складом математично достовірну перевагу за величиною площі асиміляційної поверхні мав сорт Кохана, у варіанті з яким даний показник склав, у середньому, 44,5 тис. м<sup>2</sup>/га. У сорту Марія він зменшився на 5,0% (до 42,3 тис. м<sup>2</sup>/га), а у сорту Овідій – на 12,4% (до 39,6 тис. м<sup>2</sup>/га).

Строки сівби по різному вплинули на формування площі листової поверхні, що можна пояснити зміною реакції кожного досліджуваного сорту

залежно від їх генетичного потенціалу. У сорту Овідій максимальним даний показник сягнув найбільшої величини – 40,4 тис. м<sup>2</sup>/га за другого строку сівби (1 жовтня). За першого строку сівби площа листя зменшилась на 2,2% (до 39,5 тис. м<sup>2</sup>/га), а за третього – на 4,2% (до 38,8 тис. м<sup>2</sup>/га). На дослідних ділянках з сортом Кохана також другий строк сівби мав найкращий результат зі зростанням цього показника до 45,0 тис. м<sup>2</sup>/га, що несуттєво перевищувало інші досліджувані строки сівби на 1,3 та 3,7%. У варіанті з сортом Марія, навпаки, максимальна площа листової поверхні сформувалась за першого строку сівби (20.09), де вона склала 43,0 тис. м<sup>2</sup>/га, що була на 1,2 і 2,7% більше за другий і третій строки сівби.

Дотримання біологічного та хімічного захисту рослин сприяло сталому зростанню площі асиміляційної поверхні. У контрольному варіанті з обробкою чистою водою досліджуваний показник склав,

Таблиця 2 – Площа листової поверхні посівів пшениці озимої у фазу цвітіння залежно від сортового складу, строків сівби та захисту рослин, тис. м<sup>2</sup>/га (середнє за 2010-2013 рр.)

Сорт (фактор А)	Строк сівби (фактор В)	Захист рослин (фактор С)			Середнє по факторах	
		контроль	біозахист	хімзахист	В	А
Овідій	Перший (20.09)	35,8	40,9	41,9	39,5	39,6
	Другий (01.10)	37,4	40,6	43,2	40,4	
	Третій (10.10)	35,5	39,0	41,9	38,8	
Марія	Перший (20.09)	39,6	44,3	45,1	43,0	42,3
	Другий (01.10)	39,3	43,9	44,2	42,5	
	Третій (10.10)	39,0	42,8	42,7	41,5	
Кохана	Перший (20.09)	43,1	45,0	45,4	44,5	44,5
	Другий (01.10)	43,6	44,7	46,8	45,0	
	Третій (10.10)	42,7	43,9	44,9	43,8	
Середнє по фактору С		39,6	42,8	44,0	42,1	

НІР<sub>05</sub> часткових відмінностей, тис. м<sup>2</sup>/га: А – 1,2; В – 1,2; С – 1,2  
 головних ефектів, тис. м<sup>2</sup>/га: А – 0,9; В – 0,9; С – 0,9

у середньому по фактору С, 39,6 тис. м<sup>2</sup>/га. За проведення заходів біологічного захисту рослин пшениці озимої за вирощування їх на поливних землях зафіксовано підвищення площі листкової поверхні до 42,8 тис. м<sup>2</sup>/га, або на 8,2%. Хімічний захист рослин виявився ще більш ефективнішим. Так, у цьому варіанті відбулося зростання досліджуваного показника на 11,2% (до 44,0 тис. м<sup>2</sup>/га). Різниця між варіантами біологічного та хімічного захисту була незначною – 1,2 тис. м<sup>2</sup>/га, або 2,8%, проте вона перевищувала НР<sub>05</sub> по цьому фактору (для головних ефектів – 0,9 тис. м<sup>2</sup>/га).

Побудова кореляційно-регресійних моделей залежності урожайності зерна сортів озимої пшениці з площею листкової поверхні посіву дозволила встановити позитивний факторіальний вплив розмірів листкового апарату на зернову продуктивність. Встановлено, що між площею листкової поверхні посівів сортів і врожайністю зерна сортів пшениці існує додатний кореляційний зв'язок середнього рівня значущості (рис. 2).

Так, коефіцієнти кореляції між площею листкової поверхні посіву та урожайністю зерна сортів пшениці були на рівні 0,413 – 0,585. За використання хімічного, біологічного захисту рослин та на варіанті без захисту рослин коефіцієнти кореляції були мало відмінні на середньому рівні. Найбільша залежність урожайності зерна та площі листкової поверхні посівів сортів пшениці озимої була зафіксована на варіанті з біологічним захистом рослин (r=0,585).

Високий коефіцієнт кореляції став можливим завдяки, перш за все, позитивному впливу біологічного захисту рослин на збереженість та тривалість фізіологічної активності листкового апарату, що позначилось на підвищенні продуктивності посіву.

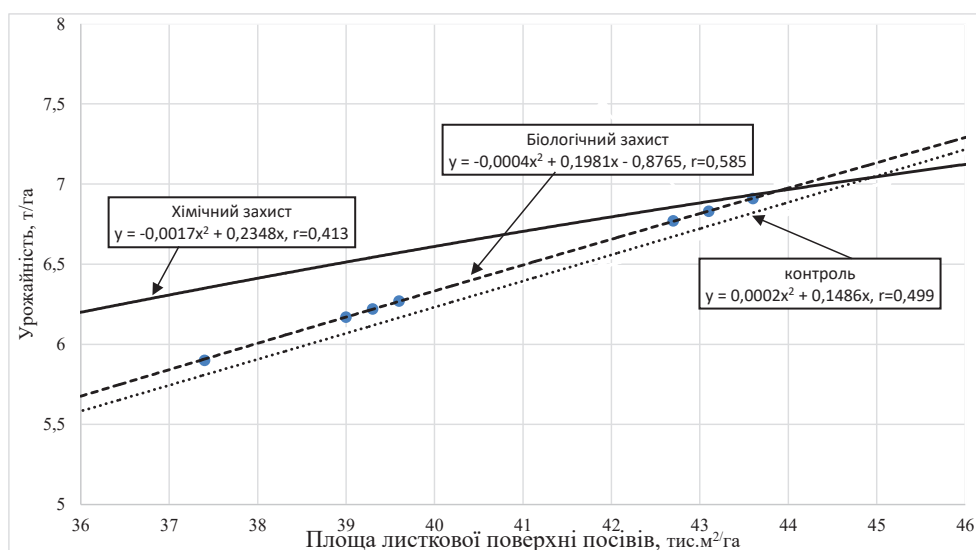
Без біологічного та хімічного захисту рослин площа листкової поверхні посівів сортів пшениці не могла досягнути оптимальних сортових параметрів

з причини ушкодження рослин патогенами, тому і лінія регресії пролягала дещо нижче, що свідчить про певну межу (плато) листкового апарату сортів рослин пшениці озимої для формування урожайності зерна без застосування засобів захисту.

Кількість продуктивних стебел досліджуваної культури була менше п'ятисот шт./м<sup>2</sup> тільки за одного сполучення досліджуваних факторів і їх варіантів, а саме на ділянках з сортом Овідій за третього строку сівби (10.10) та без застосування захисту рослин, де він становив 486 шт./м<sup>2</sup> (табл. 3). У варіантах з сортом Кохана за другого строку сівби (01.10) та при дотриманні біологічного захисту відзначено його зростання на (до 600 шт./м<sup>2</sup>), а також у сорту Марія за третього строку сівби (10.10), де він склав 602 шт./м<sup>2</sup>.

У середньому по сортовому складу, зафіксовано падіння досліджуваного показника до 544 шт./м<sup>2</sup> у сорту Овідій, що менше сортів Марія та Кохана на 4,8–5,9%, у яких він підвищився, у середньому по фактору, до 576 та 570 шт./м<sup>2</sup>. Отже різниця між цими крайовими значеннями становила 26 – 32 шт./м<sup>2</sup>, що свідчить про важливість дії та взаємодії досліджуваних агротехнічних чинників.

На сорті Овідій доведена перевага застосування першого та другого строків сівби для отримання максимальних показників кількості продуктивних стебел на одиницю посівної площі на рівні, відповідно, 577 і 558 шт./м<sup>2</sup>. За третього строку сівби (10 жовтня) зафіксовано різке зменшення цього показника до 496 шт./м<sup>2</sup> або на 16,3 та 12,5%. Щодо сорту Марія вплив строків сівби був несуттєвим – у межах 1,1–2,1%, з перевагою сівби 20 вересня. Максимальне середньофакторіальне значення кількості продуктивних стебел на рівні 589 шт./м<sup>2</sup> одержано на дослідних ділянках з сортом Кохана за другого строку сівби (01.10). За інших строків цей показник зменшився в діапазоні від 4,2 до 5,9%.



**Рис. 2.** Кореляційно-регресійна модель залежності між урожайністю та площею листкової поверхні посівів пшениці озимої, тис. м<sup>2</sup>/га

Таблиця 3 – Кількість продуктивних стебел у рослин сортів пшениці озимої залежно від сортового складу, строків сівби та захисту рослин, шт./м<sup>2</sup> (середнє за 2010–2013 рр.)

Сорт (фактор А)	Строк сівби (фактор В)	Захист рослин (фактор С)			Середнє по факторах	
		контроль	біозахист	хімзахист	В	А
Овідій	Перший (20.09)	562	574	596	577	544
	Другий (01.10)	545	550	580	558	
	Третій (10.10)	486	520	482	496	
Марія	Перший (20.09)	579	593	574	582	576
	Другий (01.10)	582	592	554	576	
	Третій (10.10)	550	602	559	570	
Кохана	Перший (20.09)	556	573	539	556	570
	Другий (01.10)	572	600	596	589	
	Третій (10.10)	586	529	581	565	
Середнє по фактору С		558	570	562	563	
НІР <sub>05</sub> часткових відмінностей, шт./м <sup>2</sup> : А – 7,3; В – 7,3; С – 7,3 головних ефектів, шт./м <sup>2</sup> : А – 5,5; В – 5,5; С – 5,5						

Слід зауважити, що по третьому фактору (захист рослин – фактор С) різниці між досліджуваними варіантами у величині кількості продуктивних стебел практично не відзначено. Проте проявилась дуже слабка тенденція зростання цього показника за хімічного та біологічного захисту рослин, оскільки ці варіанти були на 0,7–2,1% більше за контроль. Також доведено, біологічний захист виявився більш ефективним, ніж хімічний з незначною перевагою 8 шт./м<sup>2</sup>, або 1,4%.

Розрахунок кореляційно-регресійних моделей залежності урожайності зерна сортів озимої пшениці з кількістю продуктивних стебел у рослин сортів пшениці озимої залежно від засобів захисту дозволив встановити середнього рівня факторіальний вплив кількості стебел на зернову продуктивність. Встановлено, що між кількістю продуктивних стебел

і врожайністю зерна сортів пшениці існує додатний кореляційний зв'язок середнього рівня значущості (рис. 3).

Так, коефіцієнти кореляції між кількістю продуктивних стебел та урожайністю зерна сортів пшениці були на рівні 0,465 – 0,668. За використання хімічного, біологічного захисту рослин та на варіанті без захисту рослин коефіцієнти кореляції були мало відмінні на середньому рівні. Найбільша залежність урожайності зерна та площі листової поверхні посівів сортів пшениці озимої була зафіксована на варіанті з хімічним захистом рослин (r=0,668).

Стабільні коефіцієнти кореляції між кількістю продуктивних стебел та урожайністю зерна сортів пшениці вказують на вагомий вплив продуктивної куцтості на зернову продуктивність незалежно від строків сівби та засобів захисту рослин. Тому,

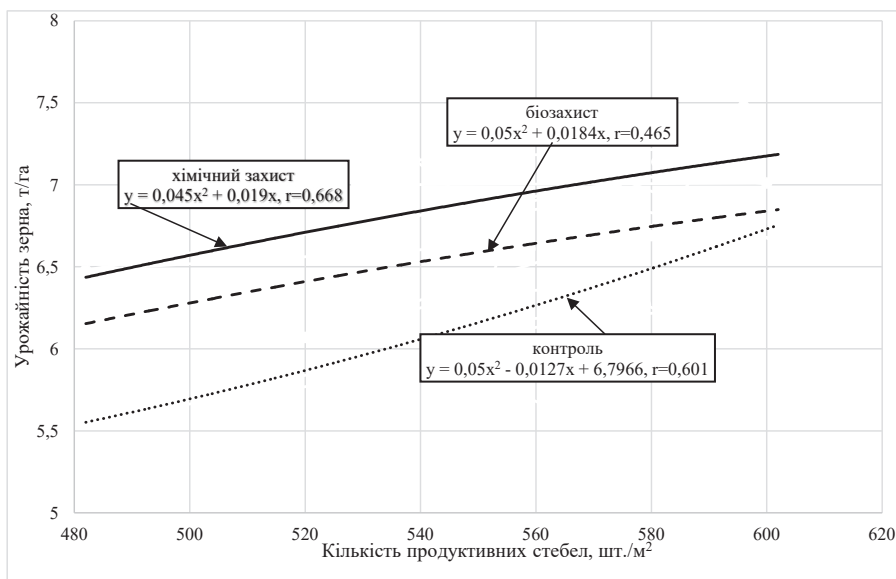


Рис. 3. Кореляційно-регресійні моделі залежності між урожайністю та кількістю продуктивних стебел, шт./м<sup>2</sup> пшениці озимої



цей показник може бути результатом кумулятивної дії інших складових сортової технології і бути стабільним маркером визначення прогнозованої продуктивності за різних агроекологічних умов.

**Висновки.** Ранні строки сівби (20 вересня) сприяли збільшенню висоти рослин у сортів озимої пшениці Овідій, Марія та Кохана. Висота рослин мінімально збільшувалась до 103,9–105,7 см на фоні біо- та хімічного захисту. Захист рослин мав несуттєвий вплив на формування висоти сортів пшениці озимої. Кількість продуктивних стебел сортів озимої пшениці зменшувалась за пізнього строку сівби (10 жовтня) була менше п'ятисот шт./м<sup>2</sup> у варіанті, де висівали сорт Овідій 10 жовтня без застошування захисту рослин (486 шт./м<sup>2</sup>). На ділянках з сортом Кохана за сівби 1 жовтня на фоні біологічного захисту рослин зафіксовано його збільшення до 600 шт./м<sup>2</sup>, а у сорту Марія за сівби 10 жовтня – до 602 шт./м<sup>2</sup>. У варіанті з сортом Марія сформувалась максимальна кількість продуктивних стебел (576 шт./м<sup>2</sup>) у середньому за строками сівби засобів захисту рослин. У досліді визначена слабка тенденція збільшення цього показника за хімічного та біологічного захисту рослин на 0,7–2,1%.

Площа листової поверхні сягнула найбільшого рівня у сорту Кохана, в якого цей показник збільшився до 44,5 тис. м<sup>2</sup>/га, що на 5,0–12,4% більше за сорти Марія та Овідій. Строки сівби по різному вплинули на формування площі листової поверхні, що можна пояснити зміною реакції кожного досліджуваного сорту залежно від їх генетичного потенціалу. Дотримання біологічного та хімічного захисту рослин спрягло сталому зростанню площі асиміляційної поверхні на 8,2–11,2%.

У варіантах з сортом Кохана за другого строку сівби (01.10) та при дотриманні біологічного захисту відзначено зростання кількості продуктивних стебел у рослин до 600 шт./м<sup>2</sup>, а також у сорту Марія за третього строку сівби (10.10), де він склав 602 шт./м<sup>2</sup>.

Коефіцієнти кореляції між площею листової поверхні посіву та урожайністю зерна сортів пшениці були на рівні 0,413 – 0,585. За використання хімічного, біологічного захисту рослин та на варіанті без захисту рослин коефіцієнти кореляції були мало відмінні на середньому рівні. Найбільша залежність урожайності зерна та площі листової поверхні посівів сортів пшениці озимої була зафіксована на варіанті з біологічним захистом рослин ( $r=0,585$ ).

Стабільні коефіцієнти кореляції між кількістю продуктивних стебел та урожайністю зерна сортів пшениці вказують на вагомий вплив продуктивної кущистості на зернову продуктивність незалежно від строків сівби та засобів захисту рослин. Тому, цей показник може бути результатом кумулятивної дії інших складових сортової технології і бути стабільним маркером визначення прогнозованої продуктивності за різних агроекологічних умов.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Kurmanbayeva M., Sekerova T., Tileubayeva Z. et al. Influence of new sulfur-containing fertilizers on performance of wheat yield. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2021. Vol. 28(8). P. 4644-4655.

2. Kuznetsov I., Alimgafarov R., Islamgulov D., Nafikova A., Dmitriev A. Effect of growth regulator Melafen and chelated fertilizer Metalocene on yield and quality of winter wheat. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 2021. Vol. 38. 102198.

3. Rempelos L., Saleh M., Almuayrifi B. et al. The effect of agronomic factors on crop health and performance of winter wheat varieties bred for the conventional and the low input farming sector. *Field Crops Research*. 2020. Vol. 254. 107822.

4. Xue-jing L., Bao-zhong Y., Zhao-hui H., Xiaoyuan B., Yan-dong W., Wenchao Z. Physiological response of flag leaf and yield formation of winter wheat under different spring restrictive irrigation regimes in the Haihe Plain, China. *Journal of Integrative Agriculture*. 2021. Vol. 20(9). P. 2343-2359.

5. Chen H., Deng A., Zhang W., Li W. et al. Long-term inorganic plus organic fertilization increases yield and yield stability of winter wheat. *The Crop Journal*. 2018. Vol. 6(6), P. 589-599.

6. Li Y., Feng H., Dong Q. et al. Ammoniated straw incorporation increases wheat yield, yield stability, soil organic carbon and soil total nitrogen content. *Field Crops Research*. 2022. Vol. 284. 108558.

7. Wang C., Zhao J., Feng Y. et al. Optimizing tillage method and irrigation schedule for greenhouse gas mitigation, yield improvement, and water conservation in wheat–maize cropping systems. *Agricultural Water Management*. 2021. Vol. 248. 106762.

8. Mukhtar K. B., Masroor A. M., Husna A. K., Jahan S. A. Chitosan and its oligosaccharides, a promising option for sustainable crop production a review. *Carbohydrate Polymers*. 2020. Vol. 227. 115331.

9. Ray D. K., Gerber J. S., MacDonald G. K., West P. C. Climate variation explains a third of global crop yield variability. *Nat. Commun*. 2015. Vol. 6. P. 59–89.

10. Zhang X. Y., Wang S. F., Sun H. Y. et al. Contribution of cultivar, fertilizer and weather to yield variation of winter wheat over three decades: a case study in the North China Plain. *Eur. J. Agron*. 2013. Vol. 457. P. 52–59.

11. Hlaváčková M., Klem K., Rapantová B. et al. Interactive effects of high temperature and drought stress during stem elongation, anthesis and early grain filling on the yield formation and photosynthesis of winter wheat. *Field Crops Res*. 2018. Vol. 221. P. 182–195.

12. Петриченко В. Ф., Корнійчук О. В. Фактори стабілізації виробництва зерна пшениці озимої в Лісостепу Правобережному. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 2 (779). С. 17–23. doi: 10.31073/agrovisnyk201802-03.

13. Кривенко А. І., Почколіна С. В., Безеде Н. Г. Урожайність та якість зерна перспективних сортів озимої пшениці за різними строками сівби в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 107. С. 78–85.

14. Жупина А. Ю., Базалій Г. Г., Усик Л. О., Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О. Успадкування стійкості до борошнистої роси (*Blumeria graminis* F. sp. tritici Bgt.) гібридами пшениці озимої різного еколого-генетичного походження в умовах зрошення. *Аграрні інновації*. 2022. № 13. С. 199–208. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.13.29>.

15. Жупина А. Ю., Базалій Г. Г., Усик Л. О. та ін. Успадкування маси зерна колоса гібридами пшениці озимої різного еколого-генетичного походження в умовах зрошення. *Аграрні інновації*. 2022. № 14. С.152–160. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.22>.

16. Польовий В. М., Лукашук Л. Я., Гук Л. І. Ефективність інтенсифікації технології вирощування пшениці озимої в Західному Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11 (788). С. 35–40. doi: 10.31073/agrovisnyk.201811-05,

17. Жупина А. Ю., Базалій Г. Г., Усик Л. О., Марченко Т.Ю., Лавриненко Ю.О. Успадкування довжини колоса гібридами пшениці озимої різного еколого-генетичного походження в умовах зрошення. *Аграрні інновації*. 2022. № 11. С. 74–82. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.11.10>.

18. Методика польового дослідження (Зрошуване землеробство): навчальний посібник / В. О. Ушкаренко, Р. А. Вожегова, С. П. Голобородько, С. В. Коковіхін. Херсон: Гринь Д.С., 2014. 448 с.

19. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві / В. О. Ушкаренко, Р. А. Вожегова, С. П. Голобородько, С. В. Коковіхін. Херсон: Айлант, 2013. 381 с.

20. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб / С. О. Трибель, М. В. Гетьман, О. О. Стригун, Г. М. Ковалишина, А. В. Андрющенко. Київ: Колодів, 2010. С. 392.

#### REFERENCES:

1. Kurmanbayeva, M., Sekerova, T., Tileubayeva, Z., Kaiyrbekov, T., Kusmangazinov, A., Shapalov, S., Madenova, A., Burkitbayev, M., & Bachilova, N. (2021). Influence of new sulfur-containing fertilizers on performance of wheat yield. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(8), 4644–4655.

2. Kuznetsov, I., Alimgafarov, R., Islamgulov, D., Nafikova, A., & Dmitriev, A. (2021). Effect of growth regulator Melafen and chelated fertilizer Metalocene on yield and quality of winter wheat. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 38, 102198.

3. Rempelos, L., Saleh, M., Almuayrifi, B., Baranski, M., Bronwyn, C.T.-J., Cakmak, B.I., Ozturk, L., Cooper, J., Volakakis, N., Hall, G., Zhao, B., Rose, T. J., Wang, J., Kalee, H.A., Sufar, E., Hasanalieya, G., Bilsborrow, P., & Leifert, C. (2020). The effect of agronomic factors on crop health and performance of winter wheat varieties bred for the conventional and the low input farming sector. *Field Crops Research*, 254, 107822.

4. Xue-jing, L., Bao-zhong, Y., Zhao-hui, H., Xiaoyuan, B., Yan-dong, W., & Wen-chao, Z. (2021). Physiological response of flag leaf and yield formation of winter wheat under different spring restrictive irrigation regimes in the Haihe Plain, China. *Journal of Integrative Agriculture*, 20(9), 2343-2359.

5. Chen, H., Deng, A., Zhang, W., Li, W., Qiao, Y., Yang, T., Zheng, C., Cao, C., & Chen, F. (2018). Long-term inorganic plus organic fertilization increases yield and yield stability of winter wheat. *The Crop Journal*. 6(6).589-599.

6. Li, Y., Feng, H., Dong, Q., Xia, L., Li, J., Li, C., Zang, H., Neumann, M., Eivind, A., Uffe, O., Kadam-

bot, J., Siddique, H. M., & Chen, J. (2022). Ammoniated straw incorporation increases wheat yield, yield stability, soil organic carbon and soil total nitrogen content. *Field Crops Research*, 284, 108558.

7. Wang, C., Zhao, J., Feng, Y., Shang, M., Bo, X., Gao, Z., Chen, F., & Chu, Q. (2021). Optimizing tillage method and irrigation schedule for greenhouse gas mitigation, yield improvement, and water conservation in wheat–maize cropping systems. *Agricultural Water Management*, 248, 106762.

8. Mukhtar, K.B., Masroor, A.M., Husna, A.K., & Jahan, S.A. (2020). Chitosan and its oligosaccharides, a promising option for sustainable crop production a review. *Carbohydrate Polymers*, 227, 115331.

9. Ray, D.K., Gerber, J.S., MacDonald, G.K., & West, P.C. (2015). Climate variation explains a third of global crop yield variability. *Nat. Commun.* 6. 59–89.

10. Zhang, X.Y., Wang, S.F., Sun, H.Y., Chen, S.Y., Shao, L.W., & Liu, X.W. (2013). Contribution of cultivar, fertilizer and weather to yield variation of winter wheat over three decades: a case study in the North China Plain. *Eur. J. Agron*, 457, 52–59.

11. Hlaváčová, M., Klem, K., Rapanová, B., Novotná, K., Urban, O., Hlavinka, P., Smutná, P., Horáková, V., Škarpa, P., Pohanková, E., Wimmerová, M., Orság, M., Jurec'ka, F., & Trnka, M. (2018). Interactive effects of high temperature and drought stress during stem elongation, anthesis and early grain filling on the yield formation and photosynthesis of winter wheat. *Field Crops Res*, 221, 182–195.

12. Petrychenko, V.F., & Korniyuchuk, O.V. (2018). Factory stabilizatsii vyrobnytstva zerna pshenytsi ozymoi v Lisostepu Pravoberezhnomu. [Factors stabilizing winter wheat grain production in Pravoberezhny forest-steppe]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Herald of Agrarian Science*, 2 (779), 17–23. doi: 10.31073/agrovisnyk201802-03 [in Ukrainian].

13. Kryvenko, A.I., Pochkolina, S.V., & Bezede, N.G. (2019). Urozhainist ta yakist zerna perspektyvnykh sortiv ozymoi pshenytsi za riznymi strokami sivby v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Yield and grain quality of promising winter wheat varieties at different sowing dates in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Tavriyskiy naukoviy visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 107, 78–85 [in Ukrainian].

14. Zhupina, A.Yu., Bazalii, H.G., Usyk, L.O., Marchenko, T.Yu., & Lavrynenko, Yu.O. (2022). Uspadkuvannia stiiikosti do boroshnystoi rosy (*Blumeria graminis* F. sp. tritici Bgt.) hibrydamy pshenytsi ozymoi riznoho ekolohohenetychnoho pokhodzhennia v umovakh zroshennia [Inheritance of resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis* F. sp. tritici Bgt.) by winter wheat hybrids of different ecological and genetic origins under irrigation conditions]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian innovations*, 13, 199–208. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.13.29> [in Ukrainian].

15. Zhupina, A.Yu., Bazalii, H.G., Usyk, L.O., Marchenko, T.Yu., Suchkova, V.M., Mishchenko, S.V., & Lavrynenko, Yu.O. (2022). Uspadkuvannia masy zerna kolosa hibrydamy pshenytsi ozymoi riznoho ekolohohenetychnoho pokhodzhennia v umovakh zroshennia [Inheritance of ear grain mass by winter wheat hybrids of different ecological and genetic origin under irrigation

conditions]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian innovations*, 14, 152–160. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.22> [in Ukrainian].

16. Polevyi, V.M., Lukashchuk, L.Ya., & Huk, L.I. (2018). Efektyvnist intensyfikatsii tekhnologii vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi v Zakhidnomu Lisostepu [Effectiveness of intensification of winter wheat cultivation technology in the Western Forest Steppe]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Herald of Agrarian Science*, 11(788), 35–40. doi: 10.31073/agrovisnyk 201811-05 [in Ukrainian].

17. Zhupina, A.Yu., Bazalii, H.G., Usyk, L.O., Marchenko, T.Yu., & Lavrynenko, Yu.O. (2022). Uspadkuvannia dovzhyny kolosa hibridydamy pshenytsi ozymoi riznoho ekoloho-henetychnoho pokhodzhennia v umovakh zroshennia [Inheritance of spike length by winter wheat hybrids of different ecological and genetic origins under irrigation conditions]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian innovations*, 11, 74–82. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.11.10> [in Ukrainian].

18. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2014). *Metodyka polovoho doslidu (Zroshuvane zemlerobstvo) [Methodology of field experiments (Irrigated agriculture)]*. Kherson: Grin D.S. [in Ukrainian].

19. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2012). *Statystychnyi analiz rezultativ polovykh doslidiv u zemlerobstvi [In Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture]*. Kherson: Ailant [in Ukrainian].

20. Trybel, S.O., Hetman, M.V., Strygun, O.O., Kovalishina, H.M., & Andryushchenko, A.V. (2010). *Metodolohiia otsiniuvannia stiihosti sortiv pshenytsi proty shkidnykiv i zbudnykiv khvorob [Methodology for evaluating the resistance of wheat varieties against pests and pathogens]*. Kyiv: Kolobig [in Ukrainian].

#### **Гадзало Я.М., Вожегова Р.А., Лікар Я.О. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від елементів агротехнології в умовах зрошення**

**Мета статті** – дослідити вплив строків сівби та захисту рослин на фотосинтетичні показники та біометричні показники сортів пшениці озимої в умовах зрошення. **Методи дослідження.** Застосовано сукупність загальнонаукових методів і підходів емпіричного та теоретичного пізнання: абстрактно-логічний, статистичний, моделювання, узагальнення. **Результати досліджень.** За першого строку сівби одержано максимальні значення висоти рослин, в усіх сортів. Так, у сорту Овідій за сівби 20 вересня цей показник склав, у середньому по фактору, 93,5 см, а у сортів Марія та Кохана підвищився до 100,8 і 102,9 см. Незалежно від сортового складу різниця між другим (01.10) і третім (10.10) строками сівби була майже відсутня – у межах 0,8–2,1%. При цьому другий і третій строки сівби забезпечили формування меншої висоти рослин у діапазоні від 4,0–9,7%. Встановлено, що між висотою рослин і врожайністю зерна сортів пшениці існує тісний прямий кореляційний зв'язок за використання засобів захисту. Коефіцієнт кореляції між висотою рослин та урожайністю зерна сортів пшениці становив 0,663 та 0,719 за використання хімічного та біологічного захисту відповідно. За сортовим складом математично достовірно перевагу за величиною площі асиміляційної поверхні мав сорт Кохана, у варіанті з яким даний показник

склав, у середньому, 44,5 тис. м<sup>2</sup>/га. У сорту Марія він зменшився на 5,0% (до 42,3 тис. м<sup>2</sup>/га), а у сорту Овідій – на 12,4% (до 39,6 тис. м<sup>2</sup>/га). Застосування біологічного та хімічного захисту рослин сприяло сталому зростанню площі асиміляційної поверхні сортів пшениці. За проведення заходів біологічного захисту рослин пшениці озимої зафіксовано підвищення площі листкової поверхні до 42,8 тис. м<sup>2</sup>/га, або на 8,2%. Хімічний захист рослин виявився ще більш ефективнішим. Так, у цьому варіанті відбулося зростання досліджуваного показника на 11,2% (до 44,0 тис. м<sup>2</sup>/га). Строки сівби по різному вплинули на формування площі листкової поверхні, що можна пояснити зміною реакції кожного досліджуваного сорту залежно від їх генетичного потенціалу. Дотримання біологічного та хімічного захисту рослин сприяло сталому зростанню площі асиміляційної поверхні на 8,2–11,2%. **Висновки.** Без біологічного та хімічного захисту рослин висота рослин сортів пшениці озимої не могла досягнути оптимальних сортових параметрів з причини ушкодження рослин патогенами, тому і коефіцієнт кореляції був на нульовому рівні, що свідчить про певну межу росту сортів рослин пшениці озимої, що є оптимальною для формування потенційної урожайності зерна без застосування засобів захисту. Коефіцієнти кореляції між площею листкової поверхні посіву та урожайністю зерна сортів пшениці були на рівні 0,413 – 0,585. За використання хімічного, біологічного захисту рослин та на варіанті без захисту рослин коефіцієнти кореляції були мало відмінні на середньому рівні. Найбільша залежність урожайності зерна та площі листкової поверхні посівів сортів пшениці озимої була зафіксована на варіанті з біологічним захистом рослин ( $r=0,585$ ). Стабільні коефіцієнти кореляції між кількістю продуктивних стебел та урожайністю зерна сортів пшениці вказують на вагомий вплив продуктивної куцистості на зернову продуктивність незалежно від строків сівби та засобів захисту рослин. Тому, цей показник може бути результатом кумулятивної дії інших складових сортової технології і бути стабільним маркером визначення прогнозованої продуктивності за різних агроєкологічних умов.

**Ключові слова:** пшениця м'яка озима, сорт, строк сівби, захист рослин, площа асиміляційної поверхні посіву, висота рослин, продуктивна куцистість, кореляція, урожайність.

#### **Hadzalo Ya.M., Vozhehova R.A., Likar Ya.O. Productivity of winter wheat varieties depending on the elements of agrotechnology under irrigation conditions**

**The purpose** of the article is to investigate the influence of sowing dates and plant protection on photosynthetic indicators and biometric indicators of winter wheat varieties under irrigation conditions. **Research methods.** A set of general scientific methods and approaches of empirical and theoretical knowledge is applied: abstract-logical, statistical, modeling, generalization. **Research results.** During the first period of sowing, the maximum values of plant height were obtained in all varieties. Thus, in the Ovid variety for sowing on September 20, this indicator was, on average by factor, 93.5 cm, and in the Maria and Kokhana varieties it increased to 100.8 and 102.9 cm. Regardless of the variety composition, the difference between the second (01.10) and in the third (10.10) terms, sowing was almost absent – in the range of 0.8–2.1%. At



the same time, the second and third periods of sowing ensured the formation of a lower plant height in the range of 4.0–9.7%. It was established that there is a close direct correlation between plant height and grain yield of wheat varieties due to the use of protection means. The correlation coefficient between plant height and grain yield of wheat varieties was 0.663 and 0.719 for the use of chemical and biological protection, respectively. According to the varietal composition, the Kokhana variety had a mathematically reliable advantage in terms of the area of the assimilation surface, in the variant with which this indicator was, on average, 44.5 thousand m<sup>2</sup>/ha. In the Maria variety, it decreased by 5.0% (to 42.3 thousand m<sup>2</sup>/ha), and in the Ovid variety – by 12.4% (to 39.6 thousand m<sup>2</sup>/ha). The use of biological and chemical plant protection contributed to the steady growth of the assimilation surface area of wheat varieties. As a result of biological protection of winter wheat plants, an increase in leaf surface area up to 42.8 thousand m<sup>2</sup>/ha, or by 8.2%, was recorded. Chemical protection of plants turned out to be even more effective. Thus, in this variant, the studied indicator increased by 11.2% (up to 44.0 thousand m<sup>2</sup>/ha). Sowing dates had a different effect on the formation of the leaf surface area, which can be explained by a change in the reaction of each studied variety depending on their genetic potential. Compliance with biological and chemical protection of plants led to a steady growth of the area of the assimilation surface by 8.2–11.2%. **Conclusions.** Without

biological and chemical plant protection, the height of plants of winter wheat varieties could not reach optimal varietal parameters due to the damage of plants by pathogens, therefore the correlation coefficient was at zero level, which indicates a certain limit of growth of winter wheat plant varieties, which is optimal for the formation of potential yield grains without the use of protective equipment. The correlation coefficients between the area of the leaf surface of the crop and the grain yield of wheat varieties were at the level of 0.413 - 0.585. For the use of chemical and biological plant protection and for the option without plant protection, the correlation coefficients were little different at the average level. The greatest dependence of grain yield and leaf surface area of crops of winter wheat varieties was recorded on the variant with biological protection of plants ( $r=0.585$ ). Stable correlation coefficients between the number of productive stalks and grain yield of wheat varieties indicate a significant influence of productive bushiness on grain productivity, regardless of sowing dates and plant protection agents. Therefore, this indicator can be the result of the cumulative effect of other components of varietal technology and be a stable marker for determining the predicted productivity under different agroecological conditions.

**Key words:** soft winter wheat, variety, sowing period, plant protection, assimilation surface area of sowing, plant height, productive bushiness, correlation, productivity.