

УДК 303.71:[631.559:633.112:631.8]
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.122.5>

ІНДЕКСИ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ ОЗИМОЇ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ У СІВОЗМІНІ

Калантир В.В. – здобувач наукового ступеня,
Уманський національний університет садівництва
Господаренко Г.М. – д.с.-г.н.,
професор кафедри агрохімії і ґрунтознавства,
Уманський національний університет садівництва
Любич В.В. – д.с.-г.н.,
професор кафедри технології зберігання і переробки зерна,
Уманський національний університет садівництва
Полянецька І.О. – к.с.-г.н.,
доцент кафедри генетики, селекції рослин і біотехнології,
Уманський національний університет садівництва
Желєзна В.В. – к.с.-г.н.,
старший викладач кафедри технології зберігання і переробки зерна,
Уманський національний університет садівництва

Проаналізовано індекси продуктивності пшениці твердої озимої за тривалого застосування різних видів і доз добрив у польовій сівозміні. Установлено, що показник відношення соломи до зерна зріс від 2,2 (у варіанті досліді без добрив) до 2,4 (у варіантах із найбільшою дозою азотних добрив) у 2020 році. Застосування 75 кг/га д. р. азотних добрив підвищило його до 2,3. Показник відношення зерна до соломи знизився від 0,45 до 0,42–0,43 залежно від варіанту досліді. Збиральний індекс також знизився (від 31,3 до 29,4 %). Проте частка зерна у полові зросла від 72,7 до 74,0 % (у варіанті досліді із половинною дозою азотних добрив) і до 75,9 % (за внесення 150 кг/га д. р. азотних добрив). Індекс мікророзподілу зріс від 4,0 до 4,7, що свідчить про збільшення частки полови у зерновій масі у варіантах із застосуванням азотних добрив.

Індекс інтенсивності на неудобренних ділянках становив 0,049 і знизився до 0,041–0,047 у варіантах досліді із внесенням азотних добрив. Висока частка соломи у загальній масі рослин підтверджена індексом потенційної продуктивності, який знизився від 0,35 (у варіанті без добрив) до 0,33 (на фоні застосування азотних добрив). Атракція також була низькою, знизившись відповідно від 0,51 до 0,46–0,48.

Кількість зерен на 1 см довжини стебла (фіно-скандинавський індекс) пшениці твердої озимої зменшилася від 0,40, до 0,32–0,38 шт. у варіантах, що містили азотні добрива. Маса зерна з одного колоса водночас зменшилася від 0,017 до 0,014–0,016 г, а маса 1000 зерен – від 0,577 до 0,498–0,521 г. Білоцерківський індекс зменшився на 24 % у варіанті досліді N_{75} і на 35% – у варіанті N_{150} . Застосування фосфорних і калійних добрив із азотними істотно не впливало на ці показники. Маса зерна з одного колоса на 1 см верхнього міжвузля (полтавський індекс) зменшилася від 0,036 до 0,031–0,035 г залежно від варіанту досліді. Індекс лінійної щільності колоса також знизився із поліпшенням азотного живлення. Зокрема, у варіанті без добрив він становив 6,9 шт./см колоса, а за внесення лише азотних добрив зменшився на 12–33%.

За погодних умов 2021 року показник відношення соломи до зерна був меншим порівняно із 2020 роком (2,0–2,2 залежно від удобрення). Завдяки формуванню більшої урожайності зерна інші індекси продуктивності у 2021 році були вищими. Описана тенденція є подібною. Слід відзначити, що тривале застосування лише фосфорних і калійних добрив у польовій сівозміні достовірно не змінило індекси продуктивності порівняно із варіантами, в яких додатково вносили азотні добрива.

Ключові слова: пшениця тверда озима, індекси продуктивності, селекційні індекси, врожайність, види і дози добрив.

Kalantyr V.V., Hospodarenko H.M., Liubych V.V., Polianetska I.O., Zhelyezna V.V. Productivity indices of winter durum wheat under different fertilization systems in crop rotation

Productivity indices of winter durum wheat under long-term application of different types and doses of fertilizers in a field crop rotation have been analyzed. It was found that the ratio of straw to grain increased from 2.2 in the variant of no fertilizer experiment to 2.4 in the variants with the highest dose of nitrogen fertilizers in 2020. The application of 75 kg/ha of nitrogen fertilizers increased it to 2.3. The ratio of grain to straw decreased from 0.45 to 0.42–0.43 depending on the experiment variant. The collecting index also decreased from 31.3 to 29.4%. However, the share of grain in empty glume increased from 72.7 to 74.0% in the experiment variant with half the dose of nitrogen fertilizers and up to 75.9% with the application of 150 kg/ha of nitrogen fertilizers. Micro-distribution index increased from 4.0 to 4.7, which indicates the increase in the proportion of empty glume in the grain mass in the variants of nitrogen fertilizer application.

The intensity index in unfertilized areas was 0.049 and decreased to 0.041–0.047 in the experiment variants with the application of nitrogen fertilizers. The high share of straw in the total mass of plants is confirmed by potential productivity index, which decreased from 0.35 in the variant with no fertilizers to 0.33 against the background of nitrogen fertilizers. The attraction was also low and decreased from 0.51 to 0.46–0.48, respectively.

The number of grains per 1 cm of stem length (Finno-Scandinavian index) of winter durum wheat decreased from 0.40 to 0.32–0.38 psc in variants that contained nitrogen fertilizers. The grain mass from one head decreased from 0.017 to 0.014–0.016 g, and the mass of 1000 grains – from 0.577 to 0.498–0.521 g. Bila Tserkva index decreased by 24% in N_{75} variant and by 35% in N_{150} variant. The application of phosphorus and potassium fertilizers with nitrogen ones did not significantly affect these indicators. The grain mass from one head per 1 cm of the upper internode (Poltava index) decreased from 0.036 to 0.031–0.035 g depending on the experiment variant. The linear head density index also decreased with the improvement of nitrogen nutrition. Thus, in the variant with no fertilizers, it was 6.9 pcs/cm of head, and with the application of nitrogen fertilizers only it decreased by 12–33%.

Under the weather conditions of 2021, the ratio of straw to grain was lower compared to 2020 – 2.0–2.2 depending on the fertilizer. Due to the formation of higher grain yield, the other productivity indices in 2021 were higher. The described trend was similar. It should be noted that long-term application of phosphorus and potassium fertilizers only in the field crop rotation did not significantly change the productivity indices compared to the variants where additional nitrogen fertilizers were applied.

Key words: winter durum wheat, productivity indices, selection indices, yield, types and doses of fertilizers.

Постановка проблеми. Пшениця тверда (*Triticum durum* Desf.) – основна сировина для виробництва високоякісних круп'яних продуктів і макаронних виробів. Важливим складником її виробництва є підвищення врожайності та якості зерна [1]. Для отримання високого індексу потрібно знати відносну цінність ознаки, її генотипну і фенотипну варіанси, а також коваріанси між ознаками. Перевагами індексів є зменшення мінливості та встановлення закономірностей, непомітних на абсолютних величинах. Відомо, що вони можуть змінюватися залежно від генотипу і погодних умов [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Важливим складником агрономічної технології пшениці є застосування добрив, особливо азотних. Питання про формування продуктивності пшениці залежно від удобрення вивчалось низкою науковців [3, 4]. Установлено, що ефективність удобрення суттєво залежить від погодних умов вегетаційного періоду, попередника, реакції сорту на поживний режим ґрунту, зокрема азотний [5, 6].

За сприятливих ґрунтово-кліматичних умов і високого рівня технології вирощування досягається економне використання елементів живлення на формування одиниці товарного врожаю [7, 8]. У дослідженнях [9] доведено наявність генотипних відмінностей щодо ефективності застосування азотних добрив під пшеницю тверду озиму. Нові сорти Вікторія і Предель мали високу врожайність зерна вже за внесення N_{60} (відповідно 10,12 і 9,93 т/га). Застосування N_{120} не змінювало цього показника в обох сортів. Проте збільшення дози азотних добрив до

180 кг/га д. р. знижувало врожайність зерна до 9,62 т/га (у сорту Вікторія) і до 5,34 т/га (у сорту Предель). За вирощування сортів Прогрес і Важод найбільшу врожайність отримано за внесення N_{120} (відповідно 8,24 і 8,13 т/га). Збільшення дози азотних добрив також зменшувало врожайність зерна. Застосування фосфорних і калійних добрив на чорноземах порівняно з азотними забезпечує менший приріст урожайності зерна [10]. Проте в цих дослідженнях не вивчалось питання про формування індивідуальної продуктивності рослин пшениці.

У виробничих умовах коефіцієнт використання рослинами елементів живлення зазвичай є нижчим від потенційно можливих значень. Науковці трактують ефективність використання елементів живлення як здатність генотипів давати високий урожай на ґрунтах, на яких доступність елементів живлення є обмеженою для стандартного генотипу [11].

Цей огляд літератури свідчить про важливе значення застосування азотних добрив у підвищенні продуктивності пшениці твердої озимої. Проте результати досліджень інших науковців не містять інформації про особливості формування продуктивності стебла рослин. Дослідження у цьому аспекті дозволить визначити невикористані резерви підвищення продуктивності пшениці твердої озимої.

Постановка завдання. Експериментальну частину дослідження проведено в умовах Правобережного Лісостепу України у стаціонарному польовому досліді із географічними координатами за Гринвічем $48^{\circ} 46'$ північної широти і $30^{\circ} 14'$ східної довготи, закладеному у 2011 році на дослідному полі Уманського НУС [12]. Дослід одночасно розгорнуто на чотирьох полях, що дає змогу щорічно отримувати показники врожайності всіх культур сівозміни (пшениця озима, кукурудза, ячмінь ярий, соя). Повторення досліді триразове. Площа облікової ділянки – 72 м². Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі із умістом гумусу 3,8 %; уміст азоту легкогідролізованих сполук є низьким, рухомих сполук фосфору і калію – підвищеним ($pH_{KCl} = 5,7$).

У варіанті досліді виробничого контролю ($N_{150}P_{60}K_{80}$) доза добрив розрахована за господарським винесенням основних елементів живлення культурами сівозміни. Схему досліді складено так, щоб за результатами проведеного дослідження можна було визначити можливість зниження доз окремих видів мінеральних добрив та оптимальне їхнє поєднання як у сівозміні, так і під окремі культури.

Схема застосування добрив у польовій сівозміні під пшеницю тверду озиму (сорт Андромеда) містила такі варіанти: без добрив (контроль), N_{75} , $N_{150}P_{60}K_{80}$, $N_{150}K_{80}$, $N_{150}P_{60}$, $N_{75}P_{30}K_{40}$, $N_{150}P_{60}K_{80}$, $N_{150}P_{30}K_{40}$, $N_{150}P_{60}K_{40}$, $N_{150}P_{30}K_{80}$. Відповідно до схеми досліді фосфорні та калійні добрива вносяться під зяблевий обробіток ґрунту, азотні – під передпосівну культивуацію та під час підживлення. Нетоварна частина врожаю культури сівозміни (солома, стебелиння) залишається на полі на добриво.

Відношення соломи до зерна (RGS) і зерна до соломи (RSG), а також частку зерна у полові (SGEG) визначали методом пробного снопа із ділянки. Обраховували такі індекси продуктивності: збиральний індекс (SI) – частка зерна у загальній фітомасі рослин, %; атракції (AI) – відношення маси зерна із стебла до його маси; мікророзподілу (Mic) – відношення маси зерна з колосу до маси половини колосу; інтенсивності (SI) – відношення маси стебла до його висоти, г/см; потенційної продуктивності (SPI) – відношення маси зерна з колосу до маси стебла із зерном. Окрім цього, оцінювали селекційні індекси: фіно-скандинавський (FSI) – відношення кількості зерен із колосу до довжини стебла, шт/см; мексиканський (MI) – відношення маси зерна з одного колосу до довжини стебла, г/см; перспективності (IP) – відношення маси 1000 зерен до довжини стебла, г/см; білоцерківський

(VI) – відношення маси зерна із колосу до довжини другого зверху міжвузля, г/см; полтавський (PI) – відношення маси зерна із колосу до довжини верхнього міжвузля, г/см; лінійної щільності колоса (LHDI) – відношення кількості зерен із колосу до його довжини, шт/см [13].

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження свідчать, що індекси продуктивності пшениці твердої озимої істотно змінювалися залежно від тривалого застосування різних видів і доз добрив у польовій сівозміні (табл. 1). Зокрема, показник відношення соломи до зерна зростав від 2,2 (у варіанті досліду без добрив) до 2,4 (у варіантах із найбільшою дозою азотних добрив) у 2020 році. Застосування 75 кг/га д. р. азотних добрив підвищувало його до 2,3. Показник відношення зерна до соломи знижувався від 0,45 до 0,42–0,43 залежно від варіанту досліду. Збиральний індекс також знижувався від 31,3 до 29,4 %. Проте частка зерна у полові зростала від 72,7 до 74,0 % (у варіанті із половинною дозою азотних добрив) і до 75,9 % (за внесення 150 кг/га д. р. азотних добрив). Індекс мікроподілу зростав від 4,0 до 4,7, що свідчить про збільшення частки полові у зерновій масі у варіантах із застосуванням азотних добрив.

Показник відношення маси стебла до його висоти у пшениці твердої озимої істотно знижувався із поліпшенням азотного живлення рослин. Зокрема, на неудообрених ділянках він становив 0,049 і знижувався до 0,041–0,047 у варіантах із застосуванням азотних добрив. Висока частка соломи у загальній масі рослин підтверджується індексом потенційної продуктивності, який знижувався від 0,35 (у варіанті без добрив) до 0,33 (на тлі застосування азотних добрив). Атракція також була низькою і знижувалася відповідно від 0,51 до 0,46–0,48.

За погодних умов 2021 року показник відношення соломи до зерна був меншим порівняно із 2020 роком (2,0–2,2 залежно від удобрення). Завдяки формуванню більшої урожайності зерна інші індекси продуктивності у 2021 році були вищими. Описана тенденція була подібною в роки проведення дослідження. Водночас потрібно відзначити, що тривале застосування фосфорних і калійних добрив у польовій сівозміні достовірно не змінювало індекси продуктивності порівняно із варіантами досліду з азотним складником.

Таблиця 1

Індекси продуктивності пшениці твердої озимої залежно від тривалого застосування різних видів і доз добрив у сівозміні

Варіант досліду	Індекс							
	RSG	RGS	SI	SGEG	Mic	Π	SPI	AI
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2020 рік								
Без добрив (контроль)	2,2	0,45	31,3	72,7	4,0	0,049	0,35	0,51
N ₇₅	2,3	0,43	30,3	74,0	4,2	0,048	0,33	0,48
N ₁₅₀	2,4	0,42	29,4	75,9	4,6	0,042	0,33	0,47
P ₆₀ K ₈₀	2,2	0,45	31,2	72,3	4,0	0,050	0,35	0,51
N ₁₅₀ K ₈₀	2,4	0,42	29,4	75,9	4,6	0,042	0,33	0,47
N ₁₅₀ P ₆₀	2,4	0,42	29,4	75,9	4,6	0,042	0,33	0,46
N ₇₅ P ₃₀ K ₄₀	2,3	0,43	30,3	73,9	4,2	0,047	0,34	0,48
N ₁₅₀ P ₆₀ K ₈₀	2,4	0,42	29,4	76,0	4,6	0,042	0,33	0,47

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
$N_{150} P_{30} K_{40}$	2,4	0,42	29,4	76,0	4,7	0,041	0,33	0,47
$N_{150} P_{60} K_{40}$	2,4	0,42	29,4	76,0	4,6	0,042	0,33	0,46
$N_{150} P_{30} K_{80}$	2,4	0,42	29,4	75,9	4,6	0,042	0,33	0,47
<i>HIP</i> ₀₅	0,1	0,02	1,3	3,8	0,2	0,002	0,02	0,02
2021 рік								
Без добрив (контроль)	2,0	0,50	33,3	75,6	4,4	0,064	0,36	0,54
N_{75}	2,1	0,48	32,3	76,2	4,6	0,068	0,35	0,52
N_{150}	2,2	0,45	31,3	76,7	4,6	0,061	0,34	0,49
$P_{60} K_{80}$	2,0	0,50	33,3	75,6	4,5	0,066	0,36	0,55
$N_{150} K_{80}$	2,2	0,45	31,3	76,7	4,6	0,061	0,34	0,49
$N_{150} P_{60}$	2,2	0,45	31,2	76,7	4,8	0,062	0,34	0,50
$N_{75} P_{30} K_{40}$	2,1	0,48	32,3	76,2	4,6	0,066	0,35	0,52
$N_{150} P_{60} K_{80}$	2,2	0,45	31,3	76,7	4,6	0,063	0,34	0,49
$N_{150} P_{30} K_{40}$	2,2	0,45	31,3	76,7	4,7	0,062	0,34	0,49
$N_{150} P_{60} K_{40}$	2,2	0,45	31,3	76,7	4,7	0,063	0,34	0,49
$N_{150} P_{30} K_{80}$	2,2	0,45	31,2	76,7	4,7	0,062	0,34	0,49
<i>HIP</i> ₀₅	0,1	0,03	1,4	3,8	0,2	0,04	0,02	0,03

Установлено, що застосування азотних добрив також знижувало селекційні індекси пшениці твердої озимої, а застосування фосфорних і калійних добрив сприяло зростанню білоцерківського і полтавського індексів. Показники інших індексів істотно не змінювалися порівняно із варіантом без добрив (табл. 2).

Кількість зерен на 1 см довжини стебла (фіно-скандинавський індекс) пшениці твердої озимої зменшувалася від 0,40 до 0,32–0,38 штук у варіантах досліду із внесенням азотних добрив. Маса зерна з одного колоса водночас зменшувалася від 0,017 до 0,014–0,016 г, а маса 1000 зерен – від 0,577 до 0,498–0,521 г залежно від варіанту досліду. Білоцерківський індекс був меншим на 24 % у варіанті N_{75} і на 35% – у варіанті досліду N_{150} . Застосування фосфорних і калійних добрив із азотними істотно не впливали на ці показники. Маса зерна з одного колоса на 1 см верхнього міжвузля (полтавський індекс) зменшувалася від 0,036 до 0,031–0,035 г залежно від варіанту досліду. Індекс лінійної щільності колоса також знижувався із поліпшенням азотного живлення рослин. Зокрема, у варіанті без добрив він становив 6,9 шт/см колоса. Застосування лише азотних добрив зменшувало цей показник на 12–29 %, а за повного мінерального добрива – на 16–33 % порівняно із ділянками без добрив.

Збільшення врожайності зерна пшениці твердої озимої у 2021 році також сприяло підвищенню селекційних індексів, що зумовлено сприятливішими погодними умовами порівняно із 2020 роком. На нашу думку, індекси продуктивності можна застосовувати для прогнозування рівня урожайності зерна пшениці твердої озимої. Збільшення кількості продуктивних стебел зумовлювало зменшення маси зерна, проте продуктивність пшениці твердої озимої водночас зростала. Індекси продуктивності найбільше знижувалися під час застосування азотних добрив, оскільки найсильніше впливали на збільшення врожаю зерна.

Таблиця 2

Селекційні індекси пшениці твердої озимої залежно від тривалого застосування різних видів і доз добрив у сівозміні

Варіант досліджу	Індекс					
	FSI	MI	IP	VI	PI	GEGI
2020 рік						
Без добрив (контроль)	0,40	0,017	0,577	0,115	0,036	6,9
N ₇₅	0,38	0,016	0,519	0,087	0,035	6,1
N ₁₅₀	0,33	0,014	0,498	0,075	0,030	4,9
P ₆₀ K ₈₀	0,40	0,018	0,578	0,121	0,041	6,9
N ₁₅₀ K ₈₀	0,33	0,014	0,507	0,079	0,031	4,7
N ₁₅₀ P ₆₀	0,32	0,014	0,510	0,077	0,031	4,7
N ₇₅ P ₃₀ K ₄₀	0,37	0,016	0,521	0,088	0,035	5,8
N ₁₅₀ P ₆₀ K ₈₀	0,33	0,014	0,507	0,077	0,032	4,6
N ₁₅₀ P ₃₀ K ₄₀	0,32	0,014	0,506	0,075	0,031	4,7
N ₁₅₀ P ₆₀ K ₄₀	0,32	0,014	0,506	0,077	0,032	4,7
N ₁₅₀ P ₃₀ K ₈₀	0,33	0,014	0,504	0,077	0,032	4,7
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,02</i>	<i>0,001</i>	<i>0,029</i>	<i>0,031</i>	<i>0,001</i>	<i>0,3</i>
2021 рік						
Без добрив (контроль)	0,54	0,023	0,561	0,126	0,046	6,9
N ₇₅	0,58	0,024	0,500	0,124	0,050	6,9
N ₁₅₀	0,50	0,021	0,479	0,101	0,042	6,2
P ₆₀ K ₈₀	0,55	0,024	0,556	0,144	0,055	7,0
N ₁₅₀ K ₈₀	0,50	0,020	0,481	0,102	0,044	6,1
N ₁₅₀ P ₆₀	0,53	0,021	0,474	0,108	0,048	6,4
N ₇₅ P ₃₀ K ₄₀	0,57	0,023	0,489	0,130	0,050	6,7
N ₁₅₀ P ₆₀ K ₈₀	0,53	0,021	0,463	0,116	0,046	6,4
N ₁₅₀ P ₃₀ K ₄₀	0,51	0,021	0,478	0,107	0,044	6,2
N ₁₅₀ P ₆₀ K ₄₀	0,53	0,021	0,470	0,114	0,046	6,3
N ₁₅₀ P ₃₀ K ₈₀	0,51	0,021	0,478	0,109	0,045	6,2
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,04</i>	<i>0,002</i>	<i>0,028</i>	<i>0,005</i>	<i>0,003</i>	<i>0,5</i>

Висновки і пропозиції. Індекси продуктивності пшениці твердої озимої змінюються залежно від погодних умов та умов мінерального живлення рослин, створених тривалим застосуванням різних видів і доз добрив. Установлено, що тривале застосування фосфорних і калійних добрив майже не зменшувало індекси продуктивності, а білоцерківський і полтавський індекси – підвищувало. Азотний складник системи удобрення із різним поєднанням фосфорного і калійного складників їх знижувало.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Любич В. В. Сучасні досягнення круп'яного виробництва. *Вісник Уманського НУС*. 2021. № 1. С. 78–82.

2. Волощук І. С. Оцінка сортів пшениці озимої за показниками якості зерна при вирощуванні в Лісостепу Західному Україні. *Миронівський вісник*. 2018. Вип. 7. С. 6–14.
 3. Звонар А. М. Динаміка живлення рослин пшениці озимої за різного рівня забезпечення макро- та мікроелементами. *Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2017. Вип. 22. С. 259–267.
 4. Foulkes M., Hawkesford M. et al. Identifying traits to improve the nitrogen economy of wheat: recent advances and future prospects. *Field Crops Res.* 2009. Vol. 114. P. 329–342.
 5. Fageria N., Baligar V., Li Y. The role of nutrient efficient plants in improving crop yields in the twenty first century. *J Plant Nutr.* 2008. Vol. 31. P. 1121–1157.
 6. Hospodarenko H., Cherny O., Prokopchuk I., Serdyuk M. Technological Properties of Winter Wheat Grain Depending on the Ecological and Geographical Origin of a Variety and Weather Conditions. *Modern Development Paths of Agricultural Production*. 2019. P. 699–705
 7. Звонар А. М. Вплив погодних умов року та сортових особливостей на споживання азоту та формування якості зерна пшениці озимої. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 3. С. 87–95.
 8. Weih M., Asplund L., Bergkvist G. Assessment of nutrient use in annual and perennial crops: A functional concept for analyzing nitrogen use efficiency. *Plant Soil*. 2011. Vol. 339. P. 513–520.
 9. Almaliev M., Panayotova G. Nitrogen efficiency in durum wheat. *Ecological movement of novi sad*. 2012. P. 165–173.
 10. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Любич В. В., Бойко В. П. Засвоєння основних елементів живлення із ґрунту і мінеральних добрив пшеницею озимою на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 3 (107). С. 35–44.
 11. Kutman U. B., Yildiz B., Cakmak I. Effect of nitrogen on uptake, remobilization and partitioning of zinc and iron throughout the development of durum wheat. *Plant Soil*. 2011. Vol. 342. P. 149–164.
 12. Стационарні польові дослідження України: Реєстр атестатів. Київ: Аграрна наука, 2014. 146 с.
 13. Волощук О. П., Волощук І. С., Глива В. В. Вплив попередників на формування врожайних властивостей пшениці озимої в умовах Західного Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2013. Вип. 55 (I). С. 19–25.
-