



# Сторінка молодого вченого

УДК 631.43: 631.8: 633.16

© 2021

## **ВПЛИВ ЩІЛЬНОСТІ БУДОВИ ТА ВОЛОГОСТІ ҐРУНТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ІНТЕНСИВНОГО ТА НАПІВІНТЕНСИВНОГО СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО\***

*К.Ю. Уваренко*

*ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»*

*вул. Чайковська, 4, м. Харків, 61024, Україна*

*e-mail: katerina\_uvarenko@ukr.net*

*ORCID: 0000-0002-1150-3135*

*\*Науковий керівник — доктор сільськогосподарських наук І.В. Пліско*

Надійшла 16.11.2020

**Мета.** Визначити вплив агрофізичних параметрів орного шару ґрунту на продуктивність сортів ячменю ярого різного типу інтенсивності за умов застосування мінеральних добрив на прикладі чорнозему типового глибокого малогумусного глибокоскипаючого важкосуглинкового на лесовидному суглинку Лівобережної частини Лісостепу України. **Методи.** Лабораторно-аналітичний, лабораторно-модельний, польовий (дрібноділянковий), математико-статистичний, розрахунковий. **Результати.** Установлено поліпшення умов проростання, розвитку та підвищення біологічної маси сортів досліджуваної культури за щільності та вологості ґрунту на рівні  $1,2 \text{ г/см}^3$  і 80% від найменшої вологоємності (НВ) порівняно з ущільненим ґрунтом. Визначено оптимальні значення щільності будови та вологості ґрунту для забезпечення максимальної біомаси інтенсивного сорту ячменю ярого *Взірець*:  $1,2 \text{ г/см}^3$  та 100% від НВ (за умов унесення 90 кг/га діючої речовини (д.р.) азотних, фосфорних і калійних добрив); напівінтенсивного сорту *Здобуток*:  $1,2 \text{ г/см}^3$  та 80% від НВ (за умов унесення 45 кг/га д.р. азотних і фосфорних добрив та 90 кг/га д.р. калійних добрив). У ході польових досліджень виявлено зниження використання елементів живлення з ґрунту: азоту на 4,0% — для інтенсивного та 2,0% — для напівінтенсивного сортів; фосфору — на 3,4 та 4,7%; калію — на 10,7 та 6,3% відповідно, за високого ( $1,4 \text{ г/см}^3$ ) рівня ущільнення порівняно до його низького ( $1,0 \text{ г/см}^3$ ) рівня. За таких самих умов виявлено зниження й урожайності зерна ячменю ярого: інтенсивного сорту — на 25, напівінтенсивного — на 22%. **Висновки.** За результатами експериментальних досліджень виявлено комплексний вплив рівнів зво-

**ложення та ущільнення ґрунту і встановлено їх оптимальні параметри за вирощування інтенсивного та напівінтенсивного сортів ячменю ярого, за яких досягнуто їхню максимальну врожайність в умовах удобрення ґрунту.**

**Ключові слова:** мінеральні добрива, чорнозем типовий важкосуглинковий, біомаса, елементи живлення.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202101-10>

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Ячмінь ярий (*Hordeum vulgare* L.) є однією з найпоширеніших зернових культур у світі. Україна входить до ряду найбільших виробників ячменю у світі (9,9 млн т у 2016–2017 рр.). Попри скорочення посівних площ цієї культури (з 5,8 млн га у 2003 р. до 2,9 млн га у 2017 р.) урожайність зерна ячменю за останні 7 років збільшилася з 2,0 до 3,43 т/га. У разі вирощування ячменю ярого за сприятливих кліматичних умов рівень урожайності зерна може досягати 9,0–10,0 т/га. Україна займає 3-тє місце у світі за показником експорту цієї культури (5,3 млн т за 2016–2017 рр.), а внутрішнє споживання ячменю в нашій країні становить 3,9 млн т [1].

Чорнозем типовий є одним з придатних ґрунтів для вирощування ячменю ярого. Проте, негативний антропогенний вплив на агрофізичні властивості цього ґрунту спонукає на пошук способів їх оптимізації. Як зазначає В.В. Медведєв, чорноземні ґрунти суглинкового гранулометричного складу схильні до ущільнення більшою мірою, ніж ґрунти іншого генезису й гранулометричного складу [2]. Причиною такої особливості є те, що ці ґрунти мають низьку щільність будови перед обробіткою, добре виражену, але механічно неміцну структуру, значну між-агрегатну пористість і вологість (особливо у весняний період), близьку до фізичної спільності. Наслідком переущільнення чорноземних ґрунтів є зменшення потужності й продуктивності кореневих систем, ослаблення адаптації рослин до нестачі вологи, різке погіршення якості орного шару після його обробітки [3, 4].

Багаторічними дослідженнями видатних учених виявлено оптимальну щільність будови для зернових колосових, яка варіює в межах 1,1–1,3 г/см<sup>3</sup>. Перевищення цього показника призводить до погіршення накопичення вологи в орному і кореневмісному

шарах і використання її рослинами з ґрунту, негативно позначається на подальшому рості й розвитку рослин, зниженні поглинання рослинами елементів мінерального живлення з ґрунту і добрив у результаті погіршення параметрів кореневої системи рослин, зменшення порового простору в ущільненому ґрунті, що уповільнює рухомість ґрунтового розчину [5–8].

З появою сортів ячменю ярого різного типу інтенсивності, яким надають перевагу сучасні землекористувачі у Лісостепу України, постає необхідність додаткового вивчення питань, пов'язаних зі встановленням оптимальних агрофізичних параметрів (щільності будови та вологості) орного шару чорнозему типового за вирощування саме інтенсивного та напівінтенсивного сортів культури. Також потребує детальнішого вивчення питання впливу рівнів ущільнення ґрунту на поглинання та засвоєння елементів живлення рослинами різних за інтенсивністю сортів культури в умовах внесення добрив.

**Мета досліджень** — визначити вплив агрофізичних параметрів орного шару ґрунту на продуктивність сортів ячменю ярого різного типу інтенсивності за умов застосування мінеральних добрив на прикладі чорнозему типового глибокого малогумусного глибокоскипаючого важкосуглинкового на лесовидному суглинку Лівобережної частини Лісостепу України.

**Матеріали та методи досліджень.** Дослідження проведено впродовж 2015–2017 рр. у с. Новий Коротич Харківського р-ну Харківської обл. у межах державного підприємства «Дослідне господарство «Граківське» ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського». Ґрунт дослідної ділянки — чорнозем типовий глибокий малогумусний глибокоскипаючий важкосуглинковий на лесоподібному суглинку з умістом гумусу (за ДСТУ 4289:2004) в орному шарі — 3,58%;

мінерального азоту (за ДСТУ 4729:2007) — 12,8 мг/кг ґрунту; умістом рухомих сполук фосфору і калію за Чиріковим (за ДСТУ 4115:2002) — відповідно 219,3 та 225,9 мг/кг ґрунту.

Здійснено моделювання основних агрофізичних показників орного шару ґрунту (рівнів щільності будови та вологості ґрунту) способом закладання та проведення серії лабораторно-модельних і тимчасових польових дрібноділянкових дослідів. У лабораторно-модельних дослідах вивчали фактори ущільнення (1,0; 1,2; 1,4 г/см<sup>3</sup>), вологості ґрунту (60; 80 і 100% від найменшої вологоємності (НВ)), умови удобрення (без добрив;  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ;  $N_{90}P_{90}K_{90}$ ). Такі дози добрив обрано в ході аналізування літератури [9, 10], де вказано, що в Харківській обл. дози мінеральних добрив, за яких отримано найбільшу прибавку урожайності у посівах сучасних сортів ячменю ярого, становили  $N_{30}P_{30}K_{30}$  та  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Також встановлено, що для отримання високих урожаїв на родючих ґрунтах потрібно внести  $N_{45-60}P_{45-60}K_{45-60}$  а високопродуктивні (інтенсивні), чутливі до добрив і стійкі до вилягання сорти забезпечують максимальні врожаї з підвищенням доз добрив до  $N_{90}P_{90}K_{90}$  —  $N_{120}P_{90}K_{90}$ .

Досліджували різні комбінації наведених факторів у вегетаційних посудинах об'ємом 1,4 дм<sup>3</sup>. Наповнення посудин ґрунтом, розрахунок кількості води для поливу, посів рослин проведено за методикою Ф.О. Юдіна [11]. Повторюваність варіантів — 3-разова. Тривалість експериментів — до з'явлення у рослин 4-го листка. Види мінеральних добрив, які вивчали як умови проведення досліджень: азотні (дослід № 1) — аміачна селітра (34% N), фосфорні (дослід № 2) — суперфосфат простий (20% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), калійні (дослід № 3) — калійна сіль (40% K<sub>2</sub>O). Дослідна культура — інтенсивний (Взірець) і напівінтенсивний (Здобуток) сорти ячменю ярого.

У польових дрібноділянкових дослідах факторами дослідження були щільність будови ґрунту та умови удобрення (рівні досліджених факторів аналогічні з лабораторно-модельними дослідями). Повторність — 3-разова, розміщення варіантів — систематичне. Площа ділянок — 1 м<sup>2</sup>. Мінеральні добрива — аналогічні тим, що

використано у лабораторно-модельних дослідах. Перед закладанням досліду восени 2015 р. на ділянці проведено оранку на глибину 25–30 см. Добрива внесено перед сівбою на глибину 10 см. Задані параметри щільності будови ґрунту змодельовано у шарі 0–25 см до сівби вручну за допомогою металевого ущільнювача методом трамбування.

Територія досліджень розташована у Лівобережній частині Лісостепу України з помірно-континентальним кліматом. За роки досліджень середня температура за вегетаційний період ячменю ярого коливалася від +17,7°C (2015 р.); +17,6°C (2016 р.) до +16,1°C (2017 р.) за середніх багаторічних показників +16,9°C. Кількість опадів за вегетаційний період становила — відповідно 368,6; 512,7 і 211,2 мм за середньої багаторічної норми 235 мм. Загалом умови вегетаційного періоду 2015 р. характеризувалися як достатньо вологі (ГТК=1,6), 2016 р. — як надмірно зволожені (ГТК=2,4), 2017 р. — як посушливі (ГТК=1,3).

**Результати досліджень та їх обговорення.** У результаті моделювання рівнів щільності будови та вологості виявлено, що високий рівень ущільнення ґрунту (1,4 г/см<sup>3</sup>) у поєднанні з низьким рівнем вологості (60% від НВ) призводить до уповільнення та нерівномірного проростання ячменю ярого, зменшення довжини та діаметра коренів і зниження загалом загальної біологічної маси культури. Виявлено зменшення діаметра коренів із 0,45–0,50 до 0,2–0,3 мм і зниження їхньої довжини із 10–12 до 7–6 см зі зростанням ущільнення ґрунту з 1,0 до 1,4 г/см<sup>3</sup>, що простежувалося на фоні його низького зволоження. За цих самих умов встановлено тенденцію до зниження коефіцієнта продуктивності кореневої системи рослин досліджуваних сортів ячменю ярого.

У ході досліджень встановлено оптимальне співвідношення параметрів вологості та щільності будови чорнозему типового важкосуглинкового, що забезпечило формування максимальної біомаси вирощуваних сортів ячменю ярого. Статистично доведено, що високий рівень вологості та середній рівень щільності будови ґрунту (100% від НВ та 1,2 г/см<sup>3</sup>) сприяє формуванню максимальної біологічної маси інтенсивного сорту

за умов внесення високих доз мінеральних добрив —  $N_{90}$ ,  $P_{90}$  та  $K_{90}$ , а середні рівні вологості та щільності будови (80% від НВ та  $1,2 \text{ г/см}^3$ ) — у напівінтенсивного сорту в умовах внесення середніх доз азотного ( $N_{45}$ ), фосфорного добрива ( $P_{45}$ ) та високої дози калійного добрива ( $K_{90}$ ). Залежність між рівнями вологості та щільності будови орного шару чорнозему типового важкосуглинкового та продуктивністю сортів ячменю ярого підтверджено високими коефіцієнтами кореляції (для інтенсивного сорту  $r = 0,77-0,96$ , для напівінтенсивного сорту  $r=0,83-0,96$ ).

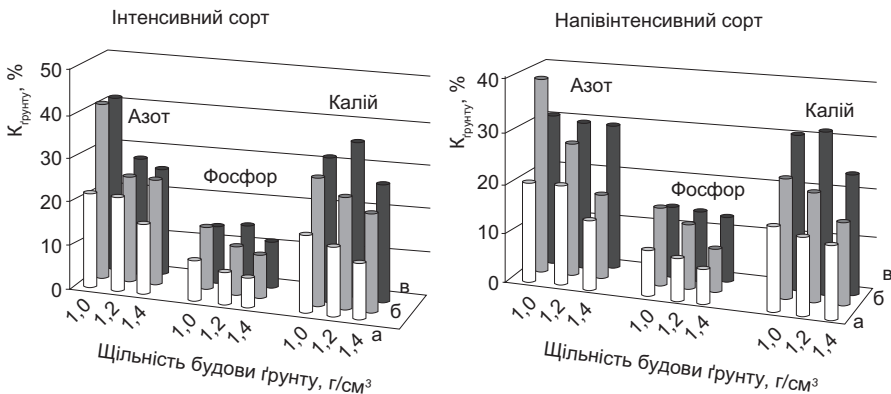
За результатами польових дослідів установлено, що вирощування рослин за середнього ( $1,2 \text{ г/см}^3$ ) рівня щільності будови ґрунту та за внесення мінеральних добрив, незалежно від їх дози, сприяло збільшенню висоти ячменю ярого, кількості продуктивних стебел, коефіцієнта куцання (таблиця).

На ущільнених варіантах сформувалася найменша кількість продуктивних стебел на  $1 \text{ м}^2$  (603 та 476 шт./ $\text{м}^2$  для інтенсивного та напівінтенсивного сортів ячменю), за середнього рівня щільності будови ґрунту ( $1,2 \text{ г/см}^3$ ) сформувалася найбільша кількість продуктивних стебел (839 та 723 шт./ $\text{м}^2$  у інтенсивного та напівінтенсивного сортів) в умовах удобрення ґрунту ( $N_{90}P_{90}K_{90}$ ). Коефіцієнт куцання інтенсивного сорту коливався в межах від 1,35 до 1,87, напівінтенсивного сорту — в межах 1,06–1,61, досягаючи максимального значення за середнього рівня ущільнення ґрунту.

За середнього ( $1,2 \text{ г/см}^3$ ) рівня щільності будови ґрунту отримано найвищі показники урожайності у досліді: 47 ц/га для інтенсивного сорту та 50,5 ц/га для напівінтенсивного сорту в умовах внесення  $N_{90}P_{90}K_{90}$ , що на 1,5 та 4 ц/га більше порівняно з внесенням  $N_{45}P_{45}K_{45}$ .

**Вплив щільності будови ґрунту на біометричні показники та урожайність сортів ячменю ярого в умовах внесення добрив (середнє за 2016–2017 рр.)**

Щільність будови ґрунту, $\text{г/см}^3$ (В)	Висота рослин, см		Кількість продуктивних стебел, шт./ $\text{м}^2$		Коефіцієнт куцання		Урожайність, ц/га	
	Взірець (А)	Здобуток (А)	Взірець (А)	Здобуток (А)	Взірець (А)	Здобуток (А)	Взірець (А)	Здобуток (А)
<i>Без добрив (С)</i>								
1,0	78	95	615	512	1,36	1,14	25,5	31,3
1,2	81	91	612	528	1,36	1,18	31,8	33,0
1,4	74	82	603	476	1,35	1,06	23,8	25,8
<i><math>N_{45}P_{45}K_{45}</math> (С)</i>								
1,0	83	99	730	634	1,63	1,41	43,3	41,5
1,2	92	108	806	660	1,79	1,47	45,5	46,3
1,4	81	99	723	615	1,61	1,37	38,3	38,3
<i><math>N_{90}P_{90}K_{90}</math> (С)</i>								
1,0	84	101	833	679	1,85	1,51	42,0	46,8
1,2	89	106	839	723	1,87	1,61	47,0	50,5
1,4	79	98	794	640	1,77	1,43	40,0	43,5
НІР <sub>05</sub> , фактор:								
А	2,3		1,22		1,48		2,27	
В	2,8		1,5		1,8		2,75	
С	2,8		1,5		1,8		2,75	
Взаємодія:								
АВ	3,9		2,1		2,5		2,8	
АС	3,9		2,1		2,5		2,8	
ВС	4,8		2,5		3,1		4,7	
АВС	6,9		3,6		4,4		6,7	



**Вплив ущільнення ґрунту на коефіцієнт використання основних елементів живлення ячменем ярим за умов його удобрення: а — без добрив; б —  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ; в —  $N_{90}P_{90}K_{90}$**

Вплив ущільнення ґрунту на засвоєння елементів живлення оцінено за величиною коефіцієнта використання елементів живлення з ґрунту ( $K_{\text{ґрунту}}$ ). Виявлено уповільнення поглинання елементів живлення рослинами за високого ( $1,4 \text{ г/см}^3$ ) рівня ущільнення ґрунту, що позначалося на зниженні значень коефіцієнта використання їх з ґрунту: азоту — на  $4,0\%$  для інтенсивного та на  $2,0\%$  для напівінтенсивного сортів; фосфору — на  $3,4$  та  $4,7\%$ ; калію — на  $10,7$  та  $6,3\%$  відповідно, порівняно з низьким ( $1,0 \text{ г/см}^3$ ) рівнем ущільнення ґрунту (рисунок).

Установлено, що середній ( $1,2 \text{ г/см}^3$ ) і низький ( $1,0 \text{ г/см}^3$ ) рівні щільності будови сприяли максимальному використанню елементів живлення з ґрунту ячменем ярим:  $K_{\text{ґрунту}}$  азоту становило  $20,9$  та  $19,9\%$  для інтенсивного та напівінтенсивного сортів; фосфору —  $9,1$  та  $9,3\%$  і калію —  $22,1$  та  $17,2\%$  відповідно.

Установлено, що за умов унесення  $N_{90}P_{90}K_{90}$  спостерігалось збільшення  $K_{\text{ґрунту}}$  елементів живлення удвічі порівняно з варіантами без добрив, проте майже не відрізнялося від варіантів з унесенням  $N_{45}P_{45}K_{45}$ . Отже, завдяки зниженню дози мінеральних добрив з  $90$  до  $45 \text{ кг/га}$  д.р. можна

поліпшити умови мінерального живлення та досягти максимального засвоєння елементів живлення рослинами ячменю ярого способом передпосівного регулювання щільності будови ґрунту (наприклад, за допомогою роторного культиватора ПРСМ-5).

Розрахунки економічної ефективності оптимізації щільності будови ґрунту за вирощування сортів ячменю ярого проведено за умовним додатковим прибутком, визначеним за різницею між додатковим доходом і додатковими витратами на виробництво продукції, які включали в себе витрати на посівний матеріал, добрива та їх внесення, збирання урожаю. Установлено, що створення щільності будови чорнозему типового на рівні  $1,2 \text{ г/см}^3$  під час посіву ячменю ярого здатне забезпечити отримання максимального прибутку, який становить у середньому за період досліджень  $119,9 \text{ USD/га}$  (для інтенсивного сорту) і  $79,8 \text{ USD/га}$  (для напівінтенсивного сорту) за внесення  $N_{45}P_{45}K_{45}$ . Вирощування ячменю ярого за умов внесення  $N_{90}P_{90}K_{90}$  є економічно невиправданим, оскільки прибуток від підвищення врожайності за рахунок збільшення доз добрив не перевищує витрати на їх придбання та внесення.

## Висновки

За результатами експериментальних досліджень виявлено комплексний вплив рівнів зволоження та ущільнення ґрунту і встановлено їх оптимальні параметри

за вирощування інтенсивного та напівінтенсивного сортів ячменю ярого, за яких досягнуто їх максимальну урожайність в умовах удобрення ґрунту.

Завдяки регулюванню щільності будови ґрунту та зменшенню норми мінеральних добрив (з  $N_{90}P_{90}K_{90}$  до  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ) досягнуто збільшення інтенсивності засвоєння основних елементів живлення рослинами

ячменю ярого з ґрунту, що дає змогу зменшити техногенне навантаження на навколишнє середовище, сприяє ресурсозбереженню та скороченню витрат на виробництво сільськогосподарської продукції.

#### Uvarenko K.

NSC «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky», 4 Chaikovska Str., Kharkiv, 61024, Ukraine; e-mail: katerina\_uvarenko@ukr.net; ORCID: 0000-0002-1150-3135

#### **Influence of structural density and soil moisture on the productivity of intensive and semi-intensive spring barley varieties**

**Goal.** To determine the influence of agrophysical parameters of arable soil layer on the productivity of spring barley varieties of different types of intensity under conditions of application of mineral fertilizers on the example of typical deep low humus deep-boiling heavy loam on loess-like loam chernozem of the Left Bank part of Forest-steppe of Ukraine.

**Methods.** Laboratory-analytical, laboratory-model, field (small-area), mathematical-statistical, computational. **Results.** The improvement of conditions of germination, development, and increase of biological mass of cultivars of the studied culture at soil density and humidity at the level of 1.2 g/cm<sup>3</sup> and 80% of the lowest moisture content (LMC) in comparison with compacted soil is established. The optimal values of structure density and soil moisture are determined,

which ensure the maximum biomass of intensive variety of spring barley Vzirets: 1.2 g/cm<sup>3</sup> and 100% of LMC (at the application of 90 kg/ha of the active substance (a.s.) of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers); semi-intensive variety Zdobutok: 1.2 g/cm<sup>3</sup> and 80% of LMC (at the application of 45 kg/ha of nitrogen and phosphorus fertilizers, and 90 kg/ha of potassium fertilizers). In the course of field research, a decrease in the use of nutrients from the soil was revealed: nitrogen by 4.0% — for intensive and 2.0% — for semi-intensive varieties; phosphorus — by 3.4 and 4.7%; potassium — by 10.7 and 6.3%, respectively, at a high (1.4 g/cm<sup>3</sup>) level of compaction compared to its low (1.0 g/cm<sup>3</sup>) level. Under the same conditions, a decrease in the yield of spring barley grain was revealed: intensive variety — by 25, semi-intensive — by 22%.

**Conclusions.** According to the results of experimental studies, the complex influence of soil moisture and compaction levels was revealed and their optimal parameters were established for growing intensive and semi-intensive varieties of spring barley, which achieved their maximum yield in soil fertilization.

**Key words:** mineral fertilizers, typical heavy loam chernozem, biomass, nutrients, spring barley.

**DOI:** <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202101-10>

## Бібліографія

1. Сільськогосподарські культури. Статистичні дані. 2017. URL: <http://www.fao.org/faostat/rul/#data/QC> (дата звернення 12.10.2020 р.).
2. Медведев В.В. Физическая деградация черноземов. Диагностика, причины, следствия, предупреждение. Харьков: Городская типография, 2013. 326 с.
3. Медведев В.В., Лындина Т.Е., Лактионова Т.Н. Плотность сложения почв. Генетический, экологический и агрономический аспекты. Харьков: 13 типография, 2004. 244 с.
4. Переуплотнение пахотных почв. Причины, следствия, пути уменьшения; отв. ред. В.А. Ковда. Москва: Наука, 1987. 216 с.
5. Малієнко А.М. Деякі шляхи оптимізації режиму вологості ґрунту у посівах польових культур. *Землеробство: міжвід. тем. наук. зб.* Київ: ВП «Едельвейс», 2015. Вип 1. С. 68–76.
6. Малярчук М.П., Томницький А.В., Малярчук А.С. Продуктивність зернопросапної сів-

зміни на зрошенні за різних систем основного обробітку ґрунту. *Зрошуване землеробство: міжвід. тем. наук. зб.* Херсон: Грінь Д.С., 2015. Вип. 64. С. 64–67.

7. Kuht J., Reintam E., Edesi L. et al. Influence of subsoil compaction on soil physical properties and on growing conditions of barley. *Agronomy Research*. 2012. V. 10 (1–2). P. 329–334.

8. Gliniski J., Lipiec J. Soil Physical Conditions and Plant Roots. CRC Press. 2018. 260 p.

9. Кириченко В.В., Костромітін В.М., Корчинський А.А. Формування сортової структури зернових колосових культур за агроекологічним принципом. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 4. С. 26–28.

10. Манько К., Музафаров Н. Ячмінь ярий: сучасні технології вирощування. *Агробізнес сьогодні*. 2012. № 9. С. 33–37.

11. Юдин Ф.А. Методика агрохимических исследований: учеб. пособие. Москва: Колос, 1971. 272 с.