

СПОЖИВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ БІОМАСОЮ СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ЗА РІЗНИХ СТРОКІВ СІВБИ ТА ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ

ЗАЄЦЬ С.О. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0001-7853-7922X

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України

ОНУФРАН Л.І. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0001-6247-4920

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України

РУДІК О.Л. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-1384-5523

Одеський державний аграрний університет

КИСІЛЬ Л.Б. – доктор філософії
orcid.org/0000-0002-2341-3380

Херсонський обласний центр з гідрометеорології

Постановка проблеми. Ячмінь відіграє важливу роль у зерновому балансі України і є однією з провідних польових культур. Господарства Степової зони традиційно спеціалізуються на його вирощуванні. Важливо, що за останні двадцять років частка посівів ячменю озимого відносно ярого зросла із 8,7 % до 42,4 %. Його безумовними перевагами є вищий потенціал урожайності, більш раннє дозрівання, у наслідок чого він легше переносить посуху та рідше страждає від неї, висока поживність та широкий спектр використання продукції. Але одночасно ячмінь озимий більш вибагливий до агротехніки, насамперед удобрення, вирізняється низькою морозо- та зимостійкістю сильніше вражається хворобами, що необхідно враховувати в технології його вирощування [1, 2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Озимий ячмінь це культура інтенсивного типу, що краще гармонізує в сучасні інтенсивні зрошувачі сівозміни. Він більш адаптований до несприятливих умов Степової зони, придатний до розміщення по найгірших попередниках, хоча за врожайністю при цьому може не поступатися пшениці. Однак для нього визначальне значення у формуванні продуктивності має стан посівів у фазу кущення, що зумовлює виживання рослин у осінньо-зимовий період та пов'язано із формуванням оптимальної зосередженості продуктивних пагонів на одиниці площі [3].

Враховуючи, що на розвиток посівів при входженні у зиму впливають сортові особливості, строки сівби, поточні погодні умови, запаси вологи в ґрунті та інші регульовані і непередбачувані фактори, актуальним є питання оптимізації елементами технології процесів росту та розвитку рослин.

Із об'єктивних причин ячмінь достатньо вибагливий до живлення, характеризується швидкими темпами засвоєння поживних елементів, що робить систему удобрення фундаментальною складовою сучасної технології вирощування культури та акту-

альним предметом дослідження [4]. Науковими експериментами та виробничою практикою установлено високу ефективність застосування мінеральних добрив, їх важливу роль у формуванні стійких до умов зимівлі посівів і відповідно сильний вплив на врожайність та якість зерна [5, 6].

Важливими сучасними селекційними досягненнями є створення сортів альтернативного типу, особливості біології розвитку яких дозволяють висівати їх за несприятливих умов та пізніх термінів відносно сівби типово озимих об'єктів. В той же час це потребує перегляду окремих елементів посівного комплексу, насамперед строків сівби, норм висіву, підготовки насіння, удобрення [7].

Широке застосування в сучасній аграрній практиці набули препарати нового покоління органічного та штучного походження, що проявляють рістрегулюючий, живильний, захисний, імуномодельючий (оздоровчий) вплив на рослини, підвищують стресостійкість та дозволяють більш повно реалізувати генетичний потенціал сорту. Їх застосування в інтенсивних сівозмінах на посівах озимих культур має великі перспективи оскільки дозволяє сформувати стійкий до зимових умов фітоценоз [8, 9].

Для правильного визначення системи живлення посівів ячменю озимого та ефективного її використання важливим є акумуляція основних елементів живлення в процесі вегетації сучасними сортами різних типів. Попередньо встановлено, що інтенсивність надходження елементів живлення в рослини є неоднаковою та суттєво залежить від умов вирощування [10, 11]. Найбільш інтенсивно елементи живлення поглинаються зерновими колосовими культурами, у тому числі ячменем озимим, від кущення до колосіння [12].

Ці питання щодо нових сортів ячменю озимого за різних строків сівби та обробки насіння регуляторами росту рослин на фоні зміни кліматичних умов досліджені недостатньо.

Мета досліджень – встановити особливості споживання елементів живлення рослинами ячменю озимого в основні етапи органогенезу, залежно від строків сівби та обробки насіння препаратами із ріст регулюючим впливом в умовах зрошення Південного Степу України.

Матеріали та методика дослідження. Польові та супутні дослідження проведені на науковій базі Інституту зрошуваного землеробства (нині Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства) НААН за методикою та агротехнікою розробленою для умов зрошення [13].

Схема досліду включала фактор А – сорти ячменю озимого: Академічний, Дев'ятий вал (дворучка). Фактор В – строки сівби: 1.Х (оптимальний), 20.Х (пізній). Фактор С обробка насіння ріст регулюючими препаратами: Контроль без обробки, Гуміфілд Форте брікс, МІР та PROLIS. Дані препарати, відповідно до складу, проявляють широкий спектр впливу. Гуміфілд Форте брікс (0,8 л/т) являє собою органо-мінеральне добриво виготовлене на основі фізіологічно активного екстракту морських водоростей та гумінових кислот. Препарат МІР (6 г/т) має у своєму складі синтетичні фізіологічно активні речовини, солі гумінових кислот та мікроелементи. Регулятор росту PROLIS (5 г/т), містить L-α пролінову кислоту, що забезпечує зменшення біотичного та абіотичного стресу рослин, сприяє поглинанню елементів живлення. Насіння протруювали (Іншур Перформ 0,5 л/т) та згідно схеми обробляли препаратами безпосередньо перед сівбою. Попередником у досліді була ранньостигла соя, обробіток ґрунту передбачав дискування на 10-12 см, система мінерального живлення включала внесення під передпосівну культивуацію N₄₅ та рано навесні у підживлення N₄₅ у вигляді аміачної селітри. Режим зрошення передбачав формування запасу вологи восени, для забезпечення належного стану посівів перед входом в зиму, та підтримання вологості ґрунту в шарі 0,5 м на рівні 70 % НВ. Забезпеченість ґрунту фосфором та калієм була підвищеною, перед сівбою в орному шарі вміст нітратного азоту складав 4,9–11,5 мг/кг. У надземній масі рослин визначали загальний вміст азоту за К'ельдалем, фосфору у модифікації Мерфі-Рейлі із застосуванням аскорбінової кислоти, калію – на полум'яному фотометрі після мокрого озолення зразків за Гінзбургом.

Результати досліджень. Вегетативна частина рослин складається на 90 % із води і на 10 % із сухої речовини, яка у свою чергу на 95 % представлена органічними сполуками та лише на 5 % – мінеральними солями [14]. При цьому вони відіграють неоціненну роль в життєдіяльності організму та фізіологічних процесах. Як відомо надходження елементів живлення у рослинний організм має свої специфічні особливості [15, 16]. Так по завершенню фази куцання ячмінь поглинає більше половини загальної кількості азоту, а максимум його споживання припадає на період від початку куцання до виходу у трубку [17].

Забезпечення фосфором особливо важливо впродовж перших чотирьох-п'яти тижнів вегетації.

Він стимулює розвиток кореневої системи, впливає на процеси формування колоса та зерна. Калій інтенсивно надходить у рослини з перших днів росту і до фази цвітіння, сприяє зміцненню стебла, підвищенню стійкості до несприятливих умов та формуванню виповненого зерна [18].

Наші дослідження також засвідчують, що сучасні технології вирощування ячменю озимого повинні враховувати високі темпи засвоєння поживних речовин на початкових етапах періоду весняної вегетації. Так, по завершенні фази куцання рослинами було поглинуто більше половини азоту та близько третини фосфору й калію від їх максимального споживання. Така особливість була встановлена на посівах як за оптимального, так і пізнього строків сівби і не залежала від застосування препаратів. Максимальну кількість цих елементів було акумульовано до колосіння, що, як відомо, співпадає із періодом досягнення посівами найбільшої біологічної маси. При настанні цієї фази за сівби 1 жовтня рослини сортів ячменю озимого споживали азоту 155,9–348,3 кг/га, фосфору 81,2–158,9 кг/га і калію 248,7–451,6 кг/га, а за пізньої сівби (20 жовтня) відповідно 108,1–283,5; 49,7–97,8 та 183,2–283,3 кг/га (табл. 1).

Після досягнення найвищих значень споживання азоту, фосфору та калію, у подальшому за повної стиглості зерна спостерігається тенденція зменшення їх кількості відповідно на 32,8–66,4 %, 16,0–59,5 і 53,0–71,9 % за сівби 1 жовтня та 8,7–55,9 %, 0,4–35,6 і 43,1–62,6 % в пізніший строк, що можна пояснити втратою частини елементів живлення у наслідок відмирання листової маси, яке особливо проявлялося в умовах впливу високих температур.

Без застосування препаратів різниця у споживанні азоту між сортами Академічний і Дев'ятий вал була в межах від 3 до 20 % за сівби 1 жовтня та від 5 до 31 % за сівби 20 жовтня на користь останнього. Менш вагомими були відмінності накопичення фосфору 2–17 % та 1–21 % відповідно і калію 1–5 та 3–23 %. Такі неоднорідності були зумовлені одночасно як обсягами сформованої наземної маси так і вмістом елементів у біологічній масі даних сортів.

При застосуванні регуляторів росту рослин реакція сорту дворучки Дев'ятий вал щодо накопичення у наземній масі елементів була менш вираженою, ніж у типово озимого сорту Академічний. Це зумовлено більш динамічним формуванням наземної маси рослинами сорту такого типу.

Застосування препаратів Гуміфілд Форте брікс, МІР та PROLIS для обробки насіння переважно сприяло збільшенню потреби посівів у елементах живлення. При цьому така закономірність зберігалася впродовж усіх наступних фаз росту та розвитку рослин включно до повної стиглості. Так у фазу куцання кількість поглинутого азоту при обробці насіння препаратами у середньому зростала на 35,1 кг/га, фосфору – на 9,2 кг/га та калію – на 30,0 кг/га. У фазу дозрівання біологічна маса посівів, що були оброблені цими препаратами, містила більше азоту, фосфору та калію відповідно на 15,2 кг/га, 6,0 і 10,1 кг/га.

Таблиця 1 – Споживання елементів живлення біомасою сортів ячменю озимого залежно від строків сівби та регуляторів росту, кг/га (середнє за 2017–2019 рр.) (розроблено автором)

Обробка насіння препаратами (С)	Строк сівби (В)							
	1 жовтня				20 жовтня			
	весняне кущення	вихід у трубку	коло-сіння	повна стиглість	весняне кущення	вихід у трубку	коло-сіння	повна стиглість
Споживання азоту рослинами сорту Академічний (А)								
Контроль	104,2	111,9	155,9	104,8	41,8	64,4	108,1	98,7
Гуніфілд	128,6	171,0	273,4	133,9	64,5	109,9	134,4	120,3
МИР	136,8	180,4	224,6	121,6	66,5	70,2	124,8	112,2
PROLIS	116,4	154,3	284,3	127,2	80,7	101,1	192,3	116,1
Споживання азоту рослинами сорту Дев'ятий вал								
Контроль	109,7	157,8	216,7	112,4	38,2	52,0	125,2	111,2
Гуніфілд	171,5	184,2	348,3	117,0	76,6	107,2	233,6	124,8
МИР	174,3	186,6	338,8	120,1	74,1	102,6	283,5	125,0
PROLIS	152,6	205,1	279,9	122,1	59,8	121,5	221,4	123,5
Споживання фосфору рослинами сорту Академічний								
Контроль	43,5	47,5	81,2	66,2	14,4	15,2	49,7	47,3
Гуніфілд	50,4	83,7	129,6	66,8	20,1	38,4	63,2	59,2
МИР	52,8	70,0	105,9	65,2	20,8	25,9	58,8	56,4
PROLIS	36,1	76,7	158,9	64,8	23,9	32,3	74,8	58,4
Споживання фосфору рослинами сорту Дев'ятий вал								
Контроль	30,4	50,4	95,8	62,9	12,7	16,6	56,2	50,6
Гуніфілд	49,8	56,0	167,6	66,7	22,1	34,5	89,4	56,5
МИР	51,7	57,7	137,9	66,1	23,4	28,7	97,8	68,3
PROLIS	45,7	74,6	127,2	63,5	16,9	29,1	78,0	61,5
Споживання калію рослинами сорту Академічний								
Контроль	95,5	162,7	248,7	109,5	44,5	61,8	183,2	75,3
Гуніфілд	121,3	282,8	390,3	121,2	62,4	155,0	232,7	83,6
МИР	140,0	263,6	350,5	118,4	67,7	102,0	184,6	84,5
PROLIS	102,3	258,6	406,1	110,9	73,8	115,6	260,4	85,7
Споживання калію рослинами сорту Дев'ятий вал								
Контроль	87,8	205,1	284,5	106,6	35,1	68,2	185,0	97,9
Гуніфілд	129,7	215,7	451,6	120,5	64,2	137,9	221,4	107,0
МИР	145,7	232,3	390,7	115,1	66,4	127,5	283,3	111,4
PROLIS	127,8	284,0	338,9	122,2	47,6	110,8	231,4	113,6

Сорт ячменю озимого Дев'ятий вал, на фонах застосування препаратів, споживав більше елементів живлення, ніж сорт Академічний, що найбільше проявилось відносно накопичення наземною масою азоту за оптимального сівби (1 жовтня). У середньому по досліді за сівби ячменю озимого в оптимальний термін при застосуванні препаратів Гуніфілд Форте брікс, МИР та PROLIS для обробки насіння, споживання азоту посівами зростало на 9,4 кг/га, а фосфору та калію відповідно на 3,2 та 12,3 кг/га. Встановлення переваги окремих препаратів щодо споживання елементів живлення потребує подальших досліджень.

Висновки. Строки сівби, сортові особливості та обробка насіння ячменю озимого рістрегулюючими препаратами впродовж вегетації культури впливають на накопичення елементів живлення. У фазу кущення найбільш інтенсивно накопичується азот – 51,6 % від максимального споживання порівняно із фосфором 25,7 % та калієм 19,2 %. Заходи оптимізації умов вирощування супроводжуються збільшення споживання елементів живлення. Обробка насіння препаратами Гуніфілд Форте брікс, МИР та PROLIS підвищує поглинання елементів живлення наземною біологічною масою на усіх етапах органогенезу. Посіви проведені після оптимальних термі-

нів споживають менше елементів живлення. Більш урожайний сорт-дворучка Дев'ятий вал на формування наземної маси споживає на 23,4–29,2 кг/га азоту більше, ніж Академічний, тоді як потреба у фосфорі та калію є однаковою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Чекалін М. М., Тищенко В. М., Баташова М. Є. Селекція і генетика окремих культур : навч. посіб. Полтава: ФОП Говоров С. В. 2008. 368 с.

2. Ярчук І. І., Божко В. Ю., Мороз О. О. Зимостійкість та продуктивність сортів ячменю озимого залежно від строків сівби та норм висіву. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2015. № 3. С. 54–57.

3. Бенда Р. В. Формування продуктивного стеблостою і виживаність рослин ячменю озимого залежно від строків сівби і норм висіву протягом весняно-літнього періоду вегетації. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2015. Вип. 19. С. 21–27.

4. Марков І. Біоекологічні особливості ячменю посівного. Агробізнес сьогодні: веб-сайт. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiiasohodni/item/8902-bioekologichni-osoblyvosti-yachmeniu-posivnoho.html>.

5. Климишена Р. І. Продуктивність ячменю озимого залежно від удобрення та норм висіву насіння. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 10. С. 76–77.

6. Веремеєнко С. І., Ткачук С. О., Трушева С. С. Продуктивність нових сортів ячменю озимого за мінерального удобрення на темно-сірих опідзолених ґрунтах. *Вісник ЖНАЕУ*. 2017. № 2 (61). т. 1. С. 12–19.

7. Лінчевський А. А., Легкун І. Б., Бабаш А. Б., Щербина З. В. Пріоритети в селекції ячменю (*Hordeum Vulgare* L.) для сучасних умов виробництва зерна в Україні. *Збірник наукових праць СГІ-НЦНС*. 2017. Вип. 30 (70). С. 23–39.

8. Регулятори росту в рослинництві: рекомендації по застосуванню. К.: МНТЦ «Агробітекс» НАН та МОН України, 2007. 27 с.

9. Ткаліч І. Д. та ін. Продуктивність ячменю озимого-дворучки за осінньої та весняної сівби залежно від обробки насіння і фону живлення. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 11. С. 31–35.

10. Бордюжа Н. П. Вплив удобрення на акумуляцію макроелементів рослинами різних сортів пшениці озимої у Правобережному Лісостепу. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія*. 2014. Вип. 195(1). С. 27–33.

11. Гамаюнова В. В., Смірнова І. В. Вміст у надземній масі сортів пшениці озимої елементів живлення залежно від мінерального живлення та їх винос урожаєм. *Вісник ХНАУ. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання»*. Харків, 2018. № 1. С. 241–250.

12. Шкатула М. Ю., Барський Д. О. Урожайність ячменю озимого залежно від системи удобрення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 21. С. 82–94. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-2-7

13. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях: наук.-метод. видання. / за ред. Р. А. Вожегової. Херсон: Гринь Д. 2014. 286 с.

14. Філон В. І. Діагностика і оптимізація мінерального живлення рослин. Харків. 2020. 161 с.

15. Ткаченко М. А., Драч Ю. М. Видове генотипне співвідношення елементів живлення як основа оптимізації удобрення сільськогосподарських культур. *Збірник наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2016. Вип. 1. С. 27–35.

16. Мірошниченко М. М., Панасенко Є. В. Діагностика та коригування живлення зернових та олійних культур. *Аграрна наука – виробництво*. 2015. № 2. С. 5.

17. Доценко О., Мірошниченко М., Господаренко Г. Система удобрення ячменю озимого. *Пропозиція*. 2015. № 9. С. 66–68.

REFERENCES:

1. Chekalin M. M., Tyshhenko V. M., Batashova M. Ye. (2008). Seleksiia i henetyka okremykh kultur [Breeding and genetics of individual crops]: navch. posib. Poltava: FOP Hovorov S. V. 368 s. [in Ukrainian].

2. Yarchuk I. I., Bozhko V. Yu., Moroz O. O. (2015). Zymostiikist ta produktyvnist sortiv yachmeniu ozymoho zalezho vid strokiv sivby ta norm vysivu [Winter hardiness and productivity of winter barley varieties depending on sowing dates and sowing rates]. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi agrarnoi akademii. [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy] 3. 54–57 [in Ukrainian].

3. Benda R. V. (2015). Formuvannia produktyvnoho steblostoiu i vyzhyvanist roslin yachmeniu ozymoho zalezho vid strokiv sivby i norm vysivu protiahom vesniano-litnoho periodu vechetatsii. [Formation of productive stems and survival of winter barley plants depending on sowing dates and sowing rates during the spring-summer vegetation period]. Tsentru naukovoho zabezpechennia APV Kharkivskoi oblasti. [Bulletin of the Center for Scientific Support of APV of Kharkiv Region] 19. 21–27 [in Ukrainian].

4. Markov I. (2017). Bioekologichni osoblyvosti yachmeniu posivnoho. [Bioecological features of seed barley]. Ahrobiznes sohodni. URL: <http://agro-business.com.ua/ahrarni-kultury/item/8902-bioekologichni-osoblyvosti-yachmeniu-posivnoho.html> [in Ukrainian].

5. Klymyshena R. I. (2012). Produktyvnist yachmeniu ozymoho zalezho vid udobrennia ta norm vysivu nasinnia. [Productivity of winter barley depending on fertilization and seed sowing rates]. Visnyk agrarnoi nauky. [Herald of Agrarian Science]. 10. 76–77 [in Ukrainian].

6. Veremeienko S. I., Tkachuk S. O., Trusheva S. S. (2017). Produktyvnist novykh sortiv yachmeniu ozymoho za mineralnoho udobrennia na temno-sirykh opidzolenykh gruntakh. [Productivity of new varieties of winter barley under mineral fertilization on dark gray podzolized soils]. Visnyk ZhNAEU. [Bulletin of ZhNAEU]. 2 (61). 1. 12–19 [in Ukrainian].

7. Linchevskiy A. A., Lehkun I. B., Babash A. B., Shcherbyna Z. V. (2017). Priorytety v selektsii yachmeniu (*Hordeum Vulgare* L.) dlia suchasnykh umov vyrobnytstva zerna v Ukraini. [Priorities in the selection of barley (*Hordeum Vulgare* L.) for modern conditions of grain production in Ukraine]. Zbirnyk naukovykh prats

SHI–NTsNS. [Collection of scientific works of the SGI–NCNS]. 30 (70). 23–39 [in Ukrainian].

8. Reholiatory rostu v roslynnytstvi: rekomendatsii po zastosuvanniu. [Growth regulators in crop production: recommendations for use]. (2007). K.: MNTCz «Ahrobiteks» NAN ta MON Ukrayiny [in Ukrainian].

9. Tkalich I. D. ta in. (2016). Produktivnist yachmeniu ozymoho-dvoruchky za osinnoi ta vesnianoi sivbyzalezno vid obrobky nasinnia i fonu zhyvlennia. [Productivity of winter barley during autumn and spring sowing depending on seed treatment and nutritional background]. Biuletyn Instytutu silskoho gospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy. [Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone of the National Academy of Sciences of Ukraine]. 11. 31–35 [in Ukrainian].

10. Bordiuzha N. P. (2014). Vplyv udobrennia na akumulatsiiu makroelementiv roslynamy riznykh sortiv pshenytsi ozymoi u Pravoberezhnomu Lisostepu. [The effect of fertilizer on the accumulation of macroelements by plants of various varieties of winter wheat in the Right Bank Forest Steppe]. Naukovi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Serii: Ahronomiia. [Scientific Bulletin of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine. Series: Agronomy]. 195(1). 27–33 [in Ukrainian].

11. Hamaiunova V. V., Smirnova I. V. (2018). Vmist u nadzemnii masi sortiv pshenytsi ozymoi elementiv zhyvlennia zalezno vid mineralnoho zhyvlennia ta yikh vynos urozhaiem. [The content of nutrients in the above-ground mass of winter wheat varieties depending on mineral nutrition and their removal by harvest]. Visnyk KhNAU. Serii «Roslynnytstvo, selektsiia i nasinnytstvo, plodoovochivnytstvo i zberihannia». [KHNAU Bulletin.

Series “Plant production, selection and seed production, fruit growing and storage”]. Kharkiv. 1. 241–250 [in Ukrainian].

12. Shkatula M. Yu. Barskyi D. O. (2021). Urozhainist yachmeniu ozymoho zalezno vid systemy udobrennia. [Yield of winter barley depending on the fertilization system]. Silske gospodarstvo ta lisivnytstvo. [Agriculture and forestry]. 21. 82–94 DOI: 10.37128/2707-5826-2021-2-7 [in Ukrainian].

13. Vozhehova R. A. (2014). Metodyka polovykh i laboratornykh doslidzhen na zroshuvanykh zemliakh. [Methodology of field and laboratory research on irrigated lands]. Kherson: Hrin D. 286 s. [in Ukrainian].

14. Filon V. I. (2020). Diahnastyka i optymizatsiia mineralnoho zhyvlennia Roslyn. [Diagnostics and optimization of mineral nutrition of plants]. Kharkiv. 161 s. [in Ukrainian].

15. Tkachenko M. A., Drach Yu. M. (2016). Vydove henotypne spivvidnoshennia elementiv zhyvlennia yak osnova optymizatsii udobrennia silskohospodarskykh kultur. [Species genotypic ratio of nutrients as a basis for optimization of agricultural crop fertilization]. Zbirnyk nauk. prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN». [Collection of sciences. works of the NRC “Institute of Agriculture of the NAAS”]. 1. 27–35 [in Ukrainian].

16. Miroshnychenko M. M., Panasenko Ye. V. (2015). Diahnastyka ta koryhuvannia zhyvlennia zernovykh ta oliinykh kultur. [Diagnosis and correction of nutrition of grain and oil crops]. Ahrarna nauka – vyrobnytstvu. [Agrarian science - production]. 2. 5–8 [in Ukrainian].

17. Dotsenko O., Miroshnychenko M., Hospodarenko H. (2015). Systema udobrennia yachmeniu ozymoho. [Winter barley fertilization system]. Propozytsiia. 9. 66–68 [in Ukrainian].