

Фізіологічна роль амінокислот у живленні високопродуктивних сортів пшениці озимої

В. В. Швартау*, Л. М. Михальська, І. М. Мірошніченко

Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, вул. Васильківська, 31/17, м. Київ, 03022, Україна,

*e-mail: Schwartau@ifrg.kiev.ua

Мета. З'ясувати роль добрив, що містять амінокислоти, у системах живлення високопродуктивних сортів озимої пшениці. **Методи.** Польовий, вегетаційний, біохімічний, аналітичний, статистичний. **Результати.** У процесі досліджень встановлено досить високу активність добрив, до складу яких входять амінокислоти, у разі застосування їх для поза-кореневого живлення. Добрива на основі гідролізацій водоростей (Мегафол, Мегафол Протеїн, Терра-Сорб фоліар) і гідролізацій тварин (Ізабїон) виявилися дуже ефективними для підвищення врожайності культури. Визначено, що за низьких доз мінерального азоту добрива сприяли підвищенню як врожайності, так і якісних показників високопродуктивного сорту пшениці. **Висновки.** Виявлено, що добрива, до складу яких входять амінокислоти, є високоефективними композиціями, які містять доступний для рослин азот в органічній формі та можуть бути перспективними як антистресові препарати, а також для підвищення ефективності використання макро- та мікроелементів культурними рослинами. Вони є важливими складовими сучасних технологій вирощування високопродуктивних сортів та гібридів у рослинництві України.

Ключові слова: пшениця озима, амінокислоти, елементи живлення, продуктивність.

Вступ

Актуальність досліджень фізіологічних механізмів формування високої врожайності культурних рослин безперервно зростає з початку XIX століття, оскільки нарощувати врожаї за рахунок збільшення посівних площ стало неможливим. Зелена Революція призвела до стрімкого зростання врожайності пшениці, проте за останні десятиріччя подальшого підвищення врожайності не спостерігається. Намагання підвищити врожаї шляхом внесення більшої кількості мінеральних добрив досягло своєї межі як через агрохімічні й фізіологічні, так і економічні причини. За даними ФАО, у світі застосовують понад 105 млн т азотних добрив щорічно, в тому числі 60% під час вирощування зернових, проте ефективність використання не перевищує 33% [1–3], що, відповідно, завдає значних збитків виробникам і зумовлює високий рівень забруднення агрофітоценозів, повітря та водоносних горизонтів.

Для України пошук шляхів підвищення ефективності живлення пшениці, особливо азотом, має велике значення. Рослинництво є важливою наукомісткою галуззю України, а вирощування пшениці озимої – багатовіковою його основою [4]. Протягом останніх ро-

ків витрати на живлення зернових колосових культур вже досягають половини витрат на вирощування. Тому розвиток досліджень фізіологічних, генетичних, молекулярних та агрохімічних основ живлення зернових культур є важливим для отримання сталих, високих і якісних урожаїв та, відповідно, рентабельного рослинництва у країні.

Доступність азоту для рослин є визначальним чинником для росту й розвитку пшениці, яка є вираженим азотофілом і потребує належної кількості азотних добрив в органічній чи мінеральній формі [4]. Основними джерелами азоту для рослин є нітрат і амоній. Вміст їх у ґрунтах залежить, зокрема, від ґрунтової відміни, компонентів агрофітоценозу, погодних умов, технологій живлення. Дослідженню форм мінерального азоту у живленні рослин присвячено велику кількість експериментальних та оглядових робіт. Натомість, увага до ролі органічного азоту в житті рослин протягом тривалого часу обмежувалася агрохімічними та, рідше, біологічними особливостями різних органічних добрив і сидератів. Проте, пул низькомолекулярних азотних сполук у ґрунті є дуже високим. Концентрація амінокислот у орному шарі ґрунту може досягати 50–200 мкМ. Варто зазначити, що азот амінокислот і пептидів є домінуючою складовою серед зольних елементів частинок ґрунту.

Хоч рослини можуть містити до 200 амінокислот, лише близько 20 з них необхідні для синтезу білка. Роль інших непротеїногенних амінокислот активно вивчається. Наприклад, нікотинамід є попередником у

Victor Schwartau

<http://orcid.org/0000-0001-7402-5559>

Ludmila Mykhalskaya

<http://orcid.org/0000-0002-0677-5574>

Irina Miroshnichenko

<http://orcid.org/0000-0001-6658-0157>

синтезі спеціалізованих фітосидерофорів, зокрема мугеїнової кислоти у пшениці. Виявлено, що S-похідні нікотинамідів є антидотами гербіцидів [2, 4]. Важливою для рослин низькомолекулярною сполукою є бетаїн (гліцин бетаїну), який бере участь в осморегуляції. Під впливом посухи чи сольового стресу синтез бетаїну у цитоплазмі клітин істотно зростає. Бетаїн стимулює синтез хлорофілу, посилює здатність кореневої системи поглинати воду, підвищує стійкість рослин до низьких і високих температур, зменшує осмотичний потенціал всередині клітини, є ефективним у стабілізації мембран та регулюванні активності ферментів. Класичний у фізіології рослин напрям дослідження механізмів стресу [5–7], спричиненого впливом високих температур, посухи тощо, пов'язаний з вивченням біологічної активності проліну. Пролін накопичується в тканинах рослин у відповідь на стрес і може виконувати функції сигнальної молекули для моделювання багатьох реакцій рослин, індукувати експресію генів, необхідних для відновлення рослин після стресу. Він має властивості протектора макромолекул та біомембран, є антиоксидантом [7–9]. Антиоксидантні властивості проявляють також інші амінокислоти (аргінін, гістидин, цистеїн та ін.). Деякі амінокислоти можуть брати участь у регуляції фітогормональної активності та є попередниками фітогормонів.

Застосування добрив на основі гідролізатів рослин і тварин, що містять високі концентрації амінокислот та пептидів, є перспективним для забезпечення рослин органічними формами азоту протягом вегетації [10–13], підвищення використання елементів живлення з ґрунту й добрив, зростання резистентності культури до дії ксенобіотиків, наприклад інгібіторів монооксигеназ (фосфорорганічні інсектициди тощо), підвищення резистентності до високих температур та нестачі вологи.

Мета досліджень – з'ясувати роль добрив, що містять амінокислоти, у системах живлення високопродуктивних сортів пшениці озимої.

Матеріали та методика досліджень

Об'єктом досліджень був короткостебловий сорт пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) 'Смуглянка'.

Веgetаційні дослідження проводили на базі веgetаційного комплексу Інституту фізіології рослин і генетики НАН України. Рослини вирощували на сірому опідзоленому ґрунті в 12-кілограмових посудинах. Вологість ґрун-

ту підтримували на рівні 60% повної вологомісткості (ПВ). Повторність дослідів – 5–6-разова.

Польові та виробничі дослідження проводили на посівах пшениці озимої у Вінницькій області (АФ «Комора», смт Тростянець, ПрАТ «Зернопродукт МХП»), ТОВ «Агросервіс» Жашківського району Черкаської області (ділянки площею 1 га) та Дослідного сільськогосподарського виробництва Інституту фізіології рослин і генетики НАН України у смт Глеваха Васильківського району Київської області (ділянки площею 10 м², повторність – 6–10-разова).

У досліджах вивчали позакореневу дію добрив з амінокислотами на основі гідролізатів водоростей Мегафол та Мегафол Протеїн (Валагро, Італія), Терра-Сорб фоліар (Біоіберіка, Іспанія) та гідролізатів тварин – Ізабіон (Сингента, Швейцарія). Як додатковий контроль застосовували КАС-32 і карбамід (ПАТ «Азот», Черкаси).

Протягом вегетації здійснювали підживлення рослин, захист від шкідників і хвороб та фенологічні спостереження. Для протруєння насіння застосовували Селест Топ 312,5 FS з монокалійфосфатом. У цей період рослини обробляли фунгіцидами Альто Супер 330 EC і Амістар Екстра 280 SC, інсектицидом Енжіо 247 SC, зокрема у фазі кущіння, цвітіння та появи прапорцевого листка. Гербіцидами Дербі 175 SC (0,07 л/га) та Аксіал 045 EC (1,0 л/га) у фазу виходу в трубку обробляли основну площу поля, залишаючи ділянки 0,2–0,3 га для проведення досліджень. Рослини обприскували у вечірні години за температури повітря 20–24 °C та за відсутності вітру. Витрата води – 200 л/га.

Вміст загального азоту в рослинному матеріалі визначали методом К'ельдаля. Озолення зразків здійснювали з використанням програмуючої інфрачервоної системи варки Behrotest InKjel з каталізатором фірми Behr, перегонку – за допомогою автоматичного парового дистильатора Behr S4 (Німеччина). Титрування проводили за допомогою автоматичного титратора «TitroLine easy» 0,1 н розчином сірчаної кислоти (ДСТУ ISO 11261-2001).

Вміст хлорофілу в листках пшениці вимірювали за допомогою польового хлорофілометра Konica Minolta SPAD-502 (Японія).

Аналіз зерна на вміст білка й клейковини проводили в лабораторії якості зерна ІФРГ НАН України на ІЧ-аналізаторі Inframatik 8600 фірми Pertin Instruments AB (Швеція).

Структуру врожаю визначали шляхом добору рослин за тиждень до збирання врожаю та аналізом снопів. Урожайність об-

ліковували шляхом зважування зерна з кожної ділянки з одночасним визначенням вологості.

Статистичну обробку отриманих результатів проводили згідно зі стандартною методикою [14] за допомогою професійного пакету програм Statistica 8,0 та з використанням програми Exel з Agrostat.

Результати досліджень

У рослинах аміний азот утворюється внаслідок знаходження амонію, нітратів та відновлення останніх, біологічної фіксації азоту або у процесах фотодихання. В подальшо-

му аміний азот у циклі глутамінсинтетаза-глутаматсинтаза перетворюється через подальше трансамінування на численні, важливі для рослин сполуки: амінокислоти, пептиди, білки, ферменти, нуклеїнові кислоти, уреїди та інші N-сполуки. У рослин низькомолекулярні органічні сполуки відіграють важливу роль як посередники у перетвореннях від неорганічного азоту до органічного (табл. 1), а також виконують транспортну функцію, переміщуючи органічний азот до меристематичних і генеративних органів у періоди найбільшої потреби рослин в елементі.

Таблиця 1

Схема перетворень азоту в агрофітоценозах



З огляду на те, що перетворення неорганічного азоту на низькомолекулярні органічні сполуки потребує значних енергетичних витрат рослини, дуже перспективним є позакореневе застосування комплексних добрив з органічним азотом у вигляді низькомолекулярних органічних сполук – амінокислот, пептидів та ін.

За результатами польових досліджень в умовах Київської області встановлено досить високу ефективність добрив, що містять амінокислоти, під час позакореневого живлен-

ня (табл. 2). Добрива на основі гідролізатів водоростей (Мегафол, Мегафол Протеїн, Terra-Сорб фоліар) і гідролізатів тварин (Ізабїон) виявилися дуже ефективними для підвищення врожайності культури.

Збільшення доз органічного азоту (з 5 до 10 л/га Мегафолу) не призводило до відповідного зростання врожаю. Крім того, застосування азотних органічних добрив у фазу колосіння поступалося ефективності застосування у фазу прапорцевого листка для підвищення врожайності культури.

Таблиця 2

Вплив добрив, що містять амінокислоти, на продуктивність пшениці озимої сорту 'Смуглянка' (ДСВ ІФРГ НАН України, 2013 р.)

Варіанти		Опіки, % ушкоджень прапорцевого листка	SPAD-індекс, прапорцевий листок, GS71	Урожайність, т/га
GS39	GS59			
Контроль (без обробки добривами, за винятком фону)		0	54,0	6,95
Карбамід, 20 кг/га	–	11	58,2	7,31
КАС-32, 20 л/га	–	18	57,7	7,26
–	Мегафол, 3,0 л/га	0	57,3	8,05
Мегафол, 2,0 л/га	Мегафол, 3,0 л/га	0	58,0	8,90
Мегафол, 2,0 л/га	Мегафол Протеїн, 3,0 л/га	0	58,3	8,87
Мегафол, 2,0 л/га	–	0	57,4	8,53
Ізабїон, 2,0 л/га	Мегафол Протеїн, 3,0 л/га	0	57,5	8,79
Ізабїон, 2,0 л/га	–	0	56,9	8,40
–	Мегафол, 10,0 л/га	0	58,2	7,97
Терра-Сорб, 2,0 л/га	Мегафол Протеїн, 3,0 л/га	0	58,4	8,95
Терра-Сорб, 2,0 л/га	–	0	56,3	8,45
–	Мегафол Протеїн, 3,0 л/га	0	57,1	8,58
–	Мегафол, 5,0 л/га	0	57,3	8,87
НІР _{0,5}		4	2,70	0,33

Примітка: фон GS39: Амїстар трїо, 1,0 л/га; фон GS59: Фалькон, 1,0 л/га + Карате Зеон, 0,2 л/га.

Варіанти досліду зі значно більшим рівнем доз азотного живлення (карбамід, КАС) відрізнялися й зростанням пошкодження листків після застосування добрив. Проте, навіть у разі зростання доз у 6–10 разів порівняно з органічними добривами, мінеральні форми азоту поступалися за ефективністю комплексним добривам, що містять амінокислоти.

Добрива, у складі яких є амінокислоти, відрізняються за вмістом азотних речовин та характеризуються досить низькими рівнями вмісту азоту. Наприклад, Мегафол містить 4% загального азоту, Ізабон – 62% амінокислот і пептидів, Терра-Сорб фоліар

– 9,3% амінокислот та 2,1% загального азоту. Тому зростання врожаю у разі застосування органічного низькомолекулярного азоту позакоренево, ймовірно, пов'язано з підвищенням вмісту хлорофілу (SPAD-індекс), стимуляцією процесів реутилізації мінерального азоту, що важливо для перебігу генеративної фази розвитку культури.

Дослідження препарату Мегафол на пшениці озимій проводили також у виробничих умовах (Київська, Вінницька та Черкаська області). Зокрема, на посівах ТОВ «Агросервіс» у Черкаській області (с. Конельська Попівка) отримано результати, наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

Вплив Мегафолу на врожайність та якість зерна пшениці озимої сорту 'Смуглянка' (ТОВ «Агросервіс», 2014 р.)

Варіанти	Урожайність, т/га	Вміст у зерні, %	
		білка	клейковини
$N_{80}P_{40}K_{40}S_{10} + N_{30}P_{10}S_{20}$	6,14	14,1	32,7
$N_{80}P_{40}K_{40}S_{10} + N_{30}P_{10}S_{20} + \text{Мегафол } 1,0 \text{ л/га}$	6,24	14,5	33,3
$N_{80}P_{40}K_{40}S_{10} + N_{30}P_{10}S_{20} + \text{Мегафол } 1,0 + 1,0 \text{ л/га}$	6,50	14,6	33,3
НІР _{0,5}	0,30	0,3	1,2

Примітка. $N_{30}P_{10}S_{20}$ вносили позакоренево двічі: у фази GS39 та GS59.

Виявлено, що за низьких доз мінерального азоту добриво із вмістом амінокислот сприяло як підвищенню врожайності, так і якісних показників високопродуктивного сорту пшениці. Зростання вмісту білка тісно корелювало з підвищенням накопичення загального азоту в рослині після внесення добрив, що містять амінокислоти.

Висновки

Таким чином, добрива, що містять амінокислоти, є багатокомпонентними композиціями, до складу яких входять також непротейногенні амінокислоти, пептиди, вітаміни, регулятори росту рослин різних класів, ряд макро- та мікроелементів. Завдяки цьому вони мають широкий спектр біологічної активності, оскільки є потужним інструментом забезпечення культурних рослин доступними формами азоту в органічній формі у разі позакореневого застосування, що особливо важливо у генеративний період розвитку. Добрива цієї групи розглядають як потенційні регулятори росту рослин. Фізіологічна дія біостимуляторів пов'язана з їхньою участю в процесах росту та розвитку рослин, цвітіння, стресових реакціях тощо, при цьому підвищується ефективність використання мінеральних добрив, стійкість рослин до

дії патогенів, урожай та його якість; їм властива антистресова/антидотна активність за широким переліком – від посухи та теплового стресу до протидії фітотоксичності фосфорорганічних сполук тощо; вони є важливими складовими сучасних технологій живлення, що підвищують ефективність використання макро- й мікроелементів культурними рослинами; низькомолекулярні азотні сполуки виступають як хелати для біологічно важливих для рослини металів; є носіями/транспортними засобами інших агрохімікатів.

Варто зазначити низькі рівні фітотоксичності добрив, що містять амінокислоти, порівняно з мінеральними формами азотних добрив для позакореневого застосування – карбамідом та КАСом.

Отже, добрива, до складу яких входять амінокислоти, є високоефективними композиціями, що містять доступний для рослин азот в органічній формі та можуть бути перспективними для застосування як антистресові препарати, а також для підвищення ефективності використання макро- та мікроелементів культурними рослинами. Вони є важливими складовими сучасних технологій вирощування високопродуктивних сортів та гібридів у рослинництві України.

Використана література

1. Моргун В. В. Хлібний достаток і продовольча безпека / В. В. Моргун // Світ. – 2014. – № 35–36. – С. 2–3.
2. Моргун В. В. Физиологические основы формирования высокой продуктивности зерновых злаков / В. В. Моргун, В. В. Швартау, Д. А. Киризий // Физиология и биохимия культурных растений. – 2010. – Т. 42, № 5. – С. 371–392.
3. Fedoroff N. V. Food in a future of 10 billion / N. V. Fedoroff // *Agric & Food Secur.* – 2015. – Vol. 4. – P. 1–11. doi: 10.1186/s40066-015-0031-7
4. Моргун В. В. Клуб 100 центнерів. Сучасні сорти та оптимальні системи живлення й захисту озимої пшениці / В. В. Моргун, Є. В. Санін, В. В. Швартау; Ін-т фізіології рослин і генетики НАН України; Компанія «Сингента», Швейцарія. – К.: Логос, 2015. – Вип. IX. – 148 с.
5. Role of proline under changing environments: a review / S. Hayat, Q. Hayat, M. N. Alyemeni [et al.] // *Plant Signal Behav.* – 2012. Vol. 7, No. 11. – P. 1456–1466. doi: 10.4161/psb.21949
6. Ben Rejeb K. How reactive oxygen species and proline face stress together / K. Ben Rejeb, C. Abdelly, A. Savouré // *Plant Physiol Biochem.* – 2014. – Vol. 80. – P. 278–284. doi: 10.1016/j.plaphy.2014.04.007
7. Szabados L. Proline: a multifunctional amino acid / L. Szabados, A. Savouré // *Trends Plant Sci.* – 2009. – Vol. 15, Iss. 2. – P. 89–97. doi: 10.1016/j.tplants.2009.11.009
8. Involvement of polyamines in plant response to abiotic stress / R. Alcázar, F. Marco, J. C. Cuevas [et al.] // *Biotechnol. Lett.* – 2006. – Vol. 28, Iss. 23. – P. 1867–1876. doi: 10.1007/s10529-006-9179-3
9. Biostimulants and crop responses: a review / R. Bulgari, G. Cocetta, A. Trivellini [et al.] // *Biological Agriculture & Horticulture.* – 2015. – Vol. 1, Iss. 31. – P. 1–17. doi: 10.1080/01448765.2014.964649
10. Physiological responses to Megafol® treatments in tomato plants under drought stress: A phenomic and molecular approach / A. Petrozza, A. Santaniello, S. Summerer [et al.] // *Scientia Horticulturae.* – 2014. – Vol. 174. – P. 185–192. doi: 10.1016/j.scienta.2014.05.023
11. Hammad S. A. R. Physiological and biochemical studies on drought tolerance of wheat plants by application of amino acids and yeast extract / S. A. R. Hammad, O. A. M. Ali // *Annals of Agricultural Sciences.* – 2014. – Vol. 59, No. 1. – P. 133–145. doi: 10.1016/j.aas.2014.06.018
12. Genomic approaches to unveil the physiological pathways activated in Arabidopsis treated with plant-derived raw extracts / A. Santaniello, F. M. Giorgi, D. Di Tommaso [et al.] // *Acta Hort.* – 2013. – Vol. 1009. – P. 161–174. doi: 10.17660/ActaHortic.2013.1009.20
13. Biological activity of different botanical extracts as evaluated by means of an array of in vitro and in vivo bioassays / V. Ziosi, R. Zandoli, A. Di Nardo [et al.] // *Acta Hort.* – 2013. – Vol. 1009. – P. 61–66. doi: 10.17660/ActaHortic.2013.1009.5
14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

УДК 631.81

Швартау В. В.*, Михальская Л. Н., Мирошниченко И. Н. Физиологическая роль аминокислот в питании высокопродуктивных сортов пшеницы озимой // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – 2016. – № 3. – С. 52–57. [http://dx.doi.org/10.21498/2518-1017.3\(32\).2016.75980](http://dx.doi.org/10.21498/2518-1017.3(32).2016.75980)

Институт физиологии растений и генетики НАН Украины, ул. Васильковская, 31/17, г. Киев, 03022, Украина,

*e-mail: Schwartau@ifrg.kiev.ua

Цель. Выяснить роль удобрений, содержащих аминокислоты, в системах питания высокопродуктивных сортов пшеницы озимой. **Методы.** Полевой, вегетационный, биохимический, аналитический, статистический. **Результаты.**

References

1. Morgun, V. V. (2014). Abundant bread supply and food security. *Svit* [World], 35–36, 2–3. [in Ukrainian]
2. Morgun, V. V., Shvartau, V. V., & Kiriziy, D. A. (2015). Physiological basis for the formation of high productivity of cereals. *Fiziologiya i biokhimiya kul'turnykh rasteniy* [Physiology and biochemistry of cultivated plants], 42(5), 371–392. [in Russian]
3. Fedoroff, N. V. (2015). Food in a future of 10 billion. *Agric & Food Secur.*, 4, 1–11. doi: 10.1186/s40066-015-0031-7
4. Morgun, V. V., Sanin, Ye. V., & Shvartau, V. V. (2015). *Klub 100 tsentneriv. Suchasni sorty ta optimalni systemy zhyvlennia y zahystu ozymoi pshenytsi* [100 Zentner Club. Modern varieties and optimal systems of winter wheat nutrition and protection]. (Iss. IX). Kyiv: Lohos. [in Ukrainian]
5. Hayat, S., Hayat, Q., Alyemeni, M. N., Wani, A. S., Pichtel, J., & Ahmad, A. (2012). Role of proline under changing environments. *Plant Signal Behav.*, 7(11), 1456–1466. doi: 10.4161/psb.21949
6. Ben Rejeb, K., Abdelly, C., & Savouré, A. (2014). How reactive oxygen species and proline face stress together. *Plant Physiol. Biochem.*, 80, 278–284. doi: 10.1016/j.plaphy.2014.04.007
7. Szabados, L., & Savouré, A. (2009). Proline: a multifunctional amino acid. *Trends Plant Sci.*, 15(2), 89–97. doi: 10.1016/j.tplants.2009.11.009
8. Alcázar, R., Marco, F., Cuevas, J. C., Patron, M., Ferrando, A., Carrasco, P., Tiburcio, A. F., & Altabella, T. (2006). Involvement of polyamines in plant response to abiotic stress. *Biotechnol. Lett.*, 28(23), 1867–1876. doi: 10.1007/s10529-006-9179-3
9. Bulgari, R., Cocetta, G., Trivellini, A., Vernieri, P., & Ferrante, A. (2015). Biostimulants and crop responses: a review. *Biological Agriculture & Horticulture*, 1(31), 1–17. doi: 10.1080/01448765.2014.964649
10. Petrozza, A., Santaniello, A., Summerer, S., Di Tommaso, G., Di Tommaso, D., Paparelli, ... Cellinia, F. (2014). Physiological responses to Megafol® treatments in tomato plants under drought stress: A phenomic and molecular approach. *Scientia Horticulturae*, 174, 185–192. doi: 10.1016/j.scienta.2014.05.023
11. Hammad, S. A. R., & Ali, O. A. M. (2014). Physiological and biochemical studies on drought tolerance of wheat plants by application of amino acids and yeast extract. *Annals of Agricultural Sciences*, 59(1), 133–145. doi: 10.1016/j.aas.2014.06.018
12. Santaniello, A., Giorgi, F. M., Di Tommaso, D., Di Tommaso, G., Piaggese, A., & Perata, P. (2013). Genomic approaches to unveil the physiological pathways activated in Arabidopsis treated with plant-derived raw extracts. *Acta Hort.*, 1009, 161–174. doi: 10.17660/ActaHortic.2013.1009.20
13. Ziosi, V., Zandoli, R., Di Nardo, A., Biondi, S., Antognoni, F., & Calandriello, F. (2013). Biological activity of different botanical extracts as evaluated by means of an array of in vitro and in vivo bioassays. *Acta Hort.*, 1009, 61–66. doi: 10.17660/ActaHortic.2013.1009.5
14. Dospikhov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)]. (5th ed., rev.). Moscow: Agropromizdat. [in Russian]

В процессе исследований установлена высокая активность удобрений, в состав которых входят аминокислоты, при применении их для внекорневого питания. Удобрения на основе гидролизатов водорослей (Мегафол,

Мегафол Протеин, Терра-Сорб фоліар) и гидролизатов животных (Изабион) оказались очень эффективными для повышения урожайности культуры. Определено, что при низких дозах минерального азота удобрения способствовали как повышению урожайности, так и качественных показателей высокопродуктивного сорта пшеницы.

Выводы. Определено, что удобрения, в состав которых входят аминокислоты, являются высокоэффективными композициями, которые содержат доступный для расте-

ний азот в органической форме и могут быть перспективными в качестве антистрессовых препаратов, а также для повышения эффективности использования макро- и микроэлементов культурными растениями. Они являются важными составляющими современных технологий выращивания высокопродуктивных сортов и гибридов в растениеводстве Украины.

Ключевые слова: пшеница озимая, аминокислоты, элементы питания, продуктивность.

UDC 631.81

Schwartau, V. V.*, **Mykhalska, L. M.**, & **Miroshnichenko, I. N.** (2016). Physiological role of amino acids in the nutrition of highly productive varieties of winter wheat. *Sortovivčennâ ohor. prav sorti roslin* [Plant Varieties Studying and Protection], 3, 52–57. [http://dx.doi.org/10.21498/2518-1017.3\(32\).2016.75980](http://dx.doi.org/10.21498/2518-1017.3(32).2016.75980)

*Institute of Plant Physiology and Genetics National Academy of Sciences of Ukraine, 31/17, Vasylkivska st., Kyiv, 03022, Ukraine, *e-mail: Schwartau@ifrg.kiev.ua*

Purpose. To define the role of fertilizers containing amino acids in the nutrition systems of highly productive varieties of winter wheat. **Methods.** Field studies, biochemical technique, analytical procedure, statistical evaluation. **Results.** In the process of investigations, sufficiently high activity of fertilizers containing amino acids was established when applying them for leaf-feeding. Fertilizers based on algae (Megafol, Megafol Protein, Terra-Sorb foliar) and animal (Izabion) hydrolysates appeared to be very effective for increasing yield of culture. It was found that in case of low doses of mineral nitrogen, fertilizers helped to in-

crease both the yield and quality indicators of high-yielding wheat variety. **Conclusions.** It was defined that fertilizers that include amino acids are highly effective compositions containing plant-available nitrogen in organic form and can be promising for application as antistress agents and improving efficiency of macro- and microelements use by cultivated plants. They are essential components of modern technologies for cultivation of highly productive varieties and hybrids in crop production of Ukraine.

Keywords: winter wheat, amino acids, nutrients, productivity.
Надійшла 18.05.2016