

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ ГРЕЧКИ*

Проведено аналіз літературних джерел вітчизняних та зарубіжних авторів. Висвітлено важливість гречки як круп'яної культури, що характеризується високим вмістом білка, крохмалю (відповідно до 11,5 та 85 %) та комплексом вітамінів і мікроелементів.

Гречка – хороший медонос, медпродуктивність за сприятливих умов досягає 70–90 кг/га і більше. Важливе значення її полягає в тому, що вона є страховою культурою для пересівання загиблих озимих. За рахунок швидкого росту та значної вегетативної маси гречка зменшує забур'яненість полів та сприяє формуванню оптимальних фізичних властивостей ґрунту.

Досліджено праці вчених щодо впливу макро- та мікроелементів на продуктивність гречки. Переважна більшість науковців стверджують про обов'язковість застосування мінеральних добрив, водночас дискусійним є питання щодо норм внесення. Ця дискусія актуальна не тільки в Україні, але й у світі.

Вміст азоту в зерні становить 1,72 % у зерні та 0,78 % у соломі. На різних етапах розвитку гречка споживає різну кількість цього елемента.

Вміст фосфору у зерні та соломі гречки становить відповідно 0,67 та 0,73 %. Проникнення фосфору за фазами розвитку гречки неоднакове: максимальний вміст фосфорної кислоти відзначено у фазі бутонізації та на початку цвітіння.

Вміст калію у зерні (0,32 %) значно менший ніж у соломі (2,88 %). Найбільш інтенсивно калій проникає у рослини гречки у фазі бутонізації та цвітіння і локалізується в точках росту у формі іонів.

Висвітлено фізіологічну роль мікроелементів живлення для росту та розвитку рослин гречки. Проведено короткий ретроспективний огляд еволюції застосування мікродобрив від 70–80 рр. минулого століття до сьогодення та зроблено акцент на потребу проведення листових підживлень мікродобривами у хелатній формі. Також у короткій формі описано механізм дії хелатних добрив, які є реальною альтернативою внесенню мікроелементів у ґрунт разом із мінеральними добривами. Відзначено мінімальний вплив сучасних хелатних мікродобрив на довкілля.

*Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, член-кореспондент НААН В. В. Лихочвор.

Провідні вчені рекомендують такі хелатизовані мікродобрива: кристалони, вуксали, реаком, нутріван та ін.

Враховуючи подібність умов вирощування гречки та географічну близькість, особливу увагу привертають праці вчених з Республіки Польща.

Ключові слова: гречка, мікроелементи, листкове підживлення, норми добрив, хелати, Західний Лісостеп.

Oleksandr Dykyi

Lviv National Agrarian University

Theoretical fundamentals of buckwheat's mineral nutrition

The analysis of literary sources of domestic and foreign authors is carried out. The importance of buckwheat as a cereal crop, characterized by a high content of protein, starch (respectively 11.5 and 85 %) and a complex of vitamins and trace elements.

Buckwheat is a qualitative nectariferous herb. Under favorable conditions honey efficiency may reach 70–90 kg/ha and more. Buckwheat's great importance lies in its being an insurance crop for resowing lost winter plants. Buckwheat is able to cutback tall weeds of fields due to its rapid growth and considerable vegetative mass. It also facilitates optimal physical properties of soil.

The article reviews other researchers' works concerning macro- and microelements' impact on the buckwheat yielding capacity. Most researchers agree on the compulsory application of mineral fertilizers. They are, nevertheless, of different opinions concerning the rates of application. The given problem is discussion both in Ukraine and abroad.

The nitrogen content in buckwheat amounts 1.72 % (in grain) and 0.78 % (in straw). On its different stages of development buckwheat consumes different amounts of nitrogen.

Phosphorus content in buckwheat grain amounts 0.67 % and 0.73 % in straw. Phosphorus penetration into buckwheat is different on different stages of this crop development. Maximal content of phosphoric acid is observed on the budding stage and at the beginning of blooming.

The potassium content in grain (0.32 %) is to a great extent less in comparison with straw (2.88 %). The most intensive potassium penetration into buckwheat herbs is observed on the stages of budding and blooming. On the growth points it is localized in the forms of ions.

The article highlights physiological role of fertilization microelements in the growth and development of buckwheat herbs. It presents brief retrospective review of evolution of applying fertilizers with microelements beginning from 1970–1980-s till today and arrives on the recommendation of compulsory additional leaf fertilization by microfertilizers in helat form. In addition, mechanism of helat fertilizers action is described which are the real alternative of applying microelements combined with mineral fertilizers in soil. The minimal impact of modern chelated microfertilizers on the environment is noted.

Leading scientists recommend the following chelated microfertilizers: crystalons, vuxals, reacom, nutritvan and others.

A particular attention is paid to the recommendations of researchers from Poland taking into consideration the fact of relative identity of Ukrainian and Polish conditions of buckwheat growing as well as geographical nearness of this country.

Key words: buckwheat, microelements, leaf fertilization, fertilizers rates, helats, Western Forest-Steppe.

Вступ. Гречка – круп'яна культура, виробництво якої має важливе значення для агропромислового комплексу України. В основному її вирощують для отримання гречаної крупи. Побічну продукцію та відходи від переробки зерна використовують на корм худобі [14–16].

Хімічний склад зерна гречки залежить від сорту, умов вирощування та характеризується такими показниками: вміст білка – 10,8–11,5 %, жиру – 2,1–2,8 %, клітковини – 10,0–16,1 %. У насінні гречки міститься залізо, бор, йод, нікель, кобальт, органічні кислоти (лимонна, шавлева, малеїнова), вітаміни (тіамін, рибофлавін, нікотинова, фолієва кислота, рутин) [13].

Важливою властивістю білків гречки є добра розчинність (альбуміни – водорозчинні білки – становлять 55 % від загальної кількості білків) та цінність амінокислот, які прирівнюються до продуктів тваринного походження.

Вуглеводний комплекс гречки представлений крохмалем, клітковиною, декстринами, цукрами, геміцелюлозою. Вміст крохмалю в зерні гречки досягає 85 %.

Кількість жиру незначна і коливається в межах 1,84–3,90 % з тенденцією до спаду в міру досягання зерна [4].

Гречка – цінна медоносна рослина, за сприятливих умов медозбір сягає 70–90 кг/га. Завдяки швидкому росту вегетативної маси рослини гречки швидко затіняють поверхню ґрунту і пригнічують ріст бур'янів. На полях після гречки верхній шар ґрунту не ущільнюється та легко піддається обробітку.

У рослин гречки короткий період вегетації, а тому її використовують як післяжнивну та страхову культуру при пересіві у випадку загибелі озимих та ранніх ярих.

Висока вимогливість гречки до елементів живлення пов'язана з інтенсивним наростанням вегетативної маси, швидким входженням у генеративний період, утворенням великої кількості квіток та довготривалим періодом цвітіння.

Результати та обговорення. За даними Лихочвора В. В., Петриченка В. Ф. [5], для формування 1 ц зерна і відповідної кількості вегетативної маси гречка використовує 3,0–3,4 кг азоту, 1,5–2,0 кг фосфору та 4,0–5,0 кг калію.

Азот – основний елемент, потрібний для рослин гречки. Він входить до складу простих і складних білків, нуклеїнових кислот, хлорофілу, алкалоїдів, ферментів. Проникнувши в рослину у мінеральних формах, він проходить складний цикл перетворень і в кінцевому підсумку входить до складу молекул білків [6].

Вміст азоту у насінні та соломі гречки становить 1,72 % у зерні та 0,78 % у соломі. За різних фаз розвитку гречка споживає неоднакову кількість азоту. В рослину він інтенсивно надходить на початку вегетації, це пов'язано з тим, що молоді рослини потребують у великій кількості білків на побудову вегетативних і генеративних органів [17], до цвітіння гречка споживає 60 % азоту [5].

Гречка краще реагує на нітратні форми азоту ніж на аміачні, хоча аміак та нітрати є рівноцінними джерелами азоту за оптимальних умов росту. На поглинання нітратів гречкою негативно впливає наявність хлору, особливо це проявляється на ґрунтах легкого гранулометричного складу [4].

Фосфор входить до складу нуклеїнових кислот, фітину, лецитину, нуклеопротеїдів. Одна з найважливіших реакцій у клітинах проходить за участі фосфору – процес гліколізу АТФ і АДФ [17].

Унікальною функцією фосфору є участь у фосфорилуванні клітинних білків за допомогою ферментів, що регулюють такі процеси, як синтез білка та поділ клітин [6].

Вміст фосфору в зерні та соломі гречки становить відповідно 0,67 та 0,73 %. Найбільший вміст фосфорної кислоти відзначено у фазі бутонізації – цвітіння (в листках та стеблах), а під час збору врожаю – в зерні. Фосфор потрібний у великих кількостях у період формування надземних органів, однак його засвоєння триває і під час наливу зерна. Кращому засвоєнню фосфору сприяє внесення добрив з вмістом магнію [17].

Калій поглинається рослинами гречки у вигляді катіонів, і в такій формі він залишається в клітині. Він бере участь у вуглеводному і білковому обміні, стимулює процес фотосинтезу, сприяє утворенню целюлози та пектинових речовин, що зумовлює підвищення стійкості рослин до вилягання. Калій є кофактором десятків ферментів та синергістом фітогормонів [6].

Вміст калію у зерні гречки сягає 0,32 %, що у 9 разів менше ніж у соломі (2,88 %). Максимальна концентрація цього елемента фіксується у фазі бутонізації та цвітіння, і концентрується він у точках росту в юнній формі [17].

Більшість вчених стверджують про обов'язковість застосування мінеральних добрив під гречку, дискусія обмежується питанням норм внесення [3].

Обґрунтовуючи систему удобрення, слід враховувати гідротермічні умови, які впливають на ефективність добрив, сортові особливості, економічну спроможність господарства та ін.

Лихочвор В. В. та Петриченко В. Ф. [5] пропонують таку систему удобрення: після добре удобрених попередників вносити $N_{20}P_{30-40}K_{30-40}$, після гірших попередників та на бідних ґрунтах норму потрібно збільшити до $N_{30-60}P_{45-60}K_{45-60}$. Вони також вказують на позитивну дію роздрібного методу внесення азоту, який підтримують Страхоліс І. і Кабанець В. [19].

Перше підживлення гречки проводять за фази бутонізації (VII етап органогенезу) нормою до 25 % від загальної потреби і здебільшого на широкорядних посівах, поєднуючи з міжрядними розпушуваннями; друге – у IX етапі органогенезу за фази масового цвітіння в нормі 15–20 кг/га, водночас надвишка урожаю становить до 0,3 т/га та формується крупніше зерно з високим виходом ядра.

Мащенко Ю. В. [7–10] проводив дослідження щодо норм внесення мінеральних добрив впродовж 2002–2004 рр. у фермерському господарстві “Лан” Знаменського району Кіровоградської області. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем звичайний середньозмитий легкосуглинковий з низьким вмістом гумусу. Вносили добрива у нормі $N_{80}P_{115}K_{120}$ за різних строків сівби. Дослідник дійшов висновку, що застосування мінеральних добрив у технологічному процесі вирощування гречки приводило до збільшення врожаю на 31,6–60,0 %.

Аналогічні дослідження з цього питання згаданий вище вчений проводив на експериментальній базі Кіровоградського інституту АПВ у п'ятипільній сівозміні. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем звичайний малогумусний середньозмитий легкосуглинковий. У досліді висівали сорт Єлена. Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{20}P_{20}K_{20}$ привело до зростання врожайності на 0,18 т/га (23,4 %).

В умовах Західного Лісостепу України проводив дослідження щодо вивчення системи удобрення гречки Пархуць Б. [12]. На темно-сірому легкосуглинковому ґрунті вивчали такі варіанти удобрення:

контроль – без добрив; $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{45}P_{45}K_{45}$; $N_{60}P_{45}K_{45}$; $N_{45}P_{60}K_{45}$; $N_{45}P_{45}K_{60}$. Мінімальний рівень урожайності (0,97 т/га) отримано у контрольному варіанті – без внесення добрив. Застосування мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{45}P_{45}K_{45}$ привело до збільшення врожайності гречки відповідно на 0,42, та 1,50 т/га. Максимальний урожай одержали у варіанті за норми $N_{60}P_{45}K_{45}$ – 1,87 т/га. Внесення у нормах $N_{45}P_{60}K_{45}$ та $N_{45}P_{45}K_{60}$ призвело до зниження врожаю відповідно до 1,76 і 1,62 т/га.

Ткаліч І., Ткаліч Ю. [21] вивчали вплив норм добрив на врожайність гречки у фермерському господарстві «Вікторія» (Магдалинівський район, Дніпропетровська область). У середньому за роки досліджень найвищу врожайність (1,20–1,25 т/га) одержали за внесення $N_{90}P_{60}$, що на 0,35–0,37 т/га більше порівняно з варіантами без удобрення. Але враховуючи показники економічної ефективності, оптимальними є норми $N_{60}P_{30}$ і $N_{60}P_{60}$. У цих варіантах отримали найдешевше і найменш енергоємне зерно. Порівняно з контролем собівартість знизилася на 9,8–12,6 %, а енергоємність – з 3,5 до 7,3 %.

Тимчишин О. Ф. [20] в умовах Західного Лісостепу, вивчаючи вплив мінерального та біологічного удобрення на продуктивність гречки, зробила висновок про те, що комплексне застосування мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ та препаратів азотфіксуючої та фосформобілізуючої дії сприяє збільшенню площі листової поверхні на 71 %, чистої продуктивності фотосинтезу – на 20 %, зростанню врожайності – на 118 % (до 2,59 т/га) порівняно з контролем. Частка чинника «удобрення» у формуванні врожаю становила 88 %.

Питання удобрення гречки привертає увагу закордонних дослідників, зокрема Xiaomei Fang [30], вивчаючи систему удобрення азотом сорту Youqiao2 в умовах КНР, дійшов висновку, що максимальну товщину стебла, кількість та масу 1000 зерен, урожайність отримано за норми удобрення N_{30} . Зростання норми внесення до N_{90} призвело до зниження врожаю.

Vjörkman T. [22] пропонує диференціювати рівні удобрення гречки залежно від рН ґрунту, а саме: при $pH \geq 6$ вносити добрива у нормі $N_{15-30}P_{25-35}K_{20-25}$, а при $pH \leq 6$ – $N_{20-35}P_{30-40}K_{20-35}$.

Wang Yan [28] звертає увагу на залежність ступеня вилягання рослин гречки та норм азотних добрив в умовах Японії у сорту Ningqiao 01. Він дійшов висновку, що показник вилягання збільшувався зі зростанням норм азотних добрив.

Sobhani M. R. [26] проводив досліди з вивчення впливу норм азоту на продуктивність гречки впродовж 2010–2011 рр. в Інституті сільськогосподарських досліджень Арака (Іран). Дослід включав такі варіанти: N_0 (контроль), N_{50} , N_{100} , N_{150} . Висновок вченого такий: за оптимальних термінів сівби максимальна врожайність становила 2,4 т/га, а вміст білка – 15,24 % за норми внесення азоту 100 кг/га.

Podolska G. [25] проводила дослідження на полях експериментальної станції IUNG-PIB в Осинях впродовж 2004–2006 рр., у трьох повтореннях висівали сорт гречки Кога. Варіанти внесення азоту – 0; 30; 60 кг/га на фоні $P_{26}K_{50}$. Науковець дійшла таких висновків: гідротермічні умови мали більший вплив на врожайність та елементи структури врожаю ніж норми внесення азоту, гречка не потребує для формування високих урожаїв застосування азоту в нормі більше 30 кг/га, азотні добрива стимулюють ріст рослин у висоту, збільшують кількість гілок першого та другого порядку, суцвіть на головному пагоні.

Liszewski M., Chorbiński P., Kozłowska K., Wójcik A. [29] проводили дослідження впродовж 2011–2012 рр. у районі Вроцлава ($51^{\circ}34' N$, $17^{\circ}12' E$), висівали сорт Кора, азот вносили в нормі 20 та 40 кг/га. Позакореневе підживлення рослин мікроелементами проводили у фазі бутонізації гречки. Азотні добрива повністю вносили перед сівбою у вигляді 34 % аміачної селітри. Значне збільшення врожаю гречки виявлено за норми N_{40} (без підживлення мікроелементами), що на 9,6 % більше, ніж у контрольному варіанті. Найвищий урожай гречки (3,67 т/га) отримано у поєднанні з позакореневим підживлення рослин міддю.

Агрохімічна та фізіологічна роль мікроелементів багатогранна, так, наприклад, бор потрібний для розвитку меристем, завдяки йому оптимізується синтез та транспорт вуглеводів. Він бере участь у процесах поділу клітин та синтезі білків [2].

Внесення борвмісних добрив у листкове підживлення сприяє підвищенню медпродуктивності гречки.

Марганець сприяє синтезу вітаміну С, білків, вуглеводів, фітогормонів, зменшує витрати води рослинами та підвищує їх посухостійкість [6].

Роль міді в обмінних процесах дуже специфічна. Вона бере участь у синтезі білка, пришвидшує окисно-відновні реакції, підвищує активність пероксидази та процесів дихання. Мідь підвищує стійкість рослин до грибкових та бактеріальних хвороб.

Значення цинку тісно пов'язане з його участю в азотному обміні, він сприяє підвищенню синтезу сахарози, крохмалю. Цинк входить до складу таких ферментів, як триозофосфатдегідрогенази, пероксидази, каталази, оксидази. Нестача цього елемента спричиняє затримку росту та розвитку рослин, зменшення кількості хлорофілу у листках.

Марганець бере участь у процесі фотосинтезу, синтезі вітаміну С, окисно-відновних реакціях, утворенні протеїнів. Нестача марганцю спричиняє хлороз [1].

Залізо – мікроелемент, який рослини споживають у кількості від 0,6–9,0 кг/га, входить до складу каталази, пероксидази, рибонуклеотидредуктази. Цей елемент бере участь у процесах дихання, метаболізмі азоту та сірки, критично важливий для синтезу хлорофілу.

Молібден відновлює нітрати до нітритів, активізує проходження вуглеводневого, азотного обміну, є кофактором для більшості ферментів. Ознаки нестачі тотожні азотному голодуванню [6].

Молібден є складовою частиною нітратредуктази, бере участь у синтезі амінокислот та білкових речовин, утворенні пектину, підвищує стійкість до ураження хворобами [1].

Кобальт стимулює збільшення товщини листків та їх об'єму, впливає на синтез хлорофілу, сприяє підвищенню жаростійкості рослин, подовжує їх вегетаційний період.

Титан прискорює ріст та розвиток рослин, збільшує вміст хлорофілу, сприяє запиленню, заплідненню плодів та підвищує холодостійкість рослин [6].

Застосування мікродобрив пройшло певний еволюційний шлях. У Радянському Союзі у 70–80 рр. мікроелементами збагачували суперфосфат, нітроамофоску, використовували відходи промисловості, іноді застосовували позакореневі підживлення, наприклад, борною кислотою (0,1 % концентрацією за витрати робочого розчину 500 л/га).

Поширеними були цинкові відходи промисловості (вміст цинку 2–7 %), марганцеві шлами (вміст марганцю 9–11 %), сірчанооксида мідь (вміст міді 25,4 %). Їх, як правило, вносили перед сівбою у ґрунт.

Деякі автори відзначали негативний вплив внесення мікроелементів, зокрема мідні добрива знизили врожай гречки на 6 %, а магнію – підвищили на 46 %. Бор під гречку вносили у передпосівний обробіток у нормі 50–60 кг/га у формі борату магнію або позакореневим обприскуванням бурою (концентрацією 500 мг/л з витратою робочого розчину 500 л/га) [1].

Слід зазначити, що ефективність позакоренових підживлень тоді була низькою, значна частина мікроелементів здувалася вітром або змивалася водою, не встигнувши проникнути в рослину і включитися в обмінні процеси.

Вирішенням проблеми листового підживлення стало використання сумішей мікроелементів, які є важливими для певних культур чи їх груп, у хелатній формі з певним вмістом та співвідношенням металів [2].

Хелати – складні сполуки, легкорозчинні у воді, які малотоксичні та майже повністю засвоюються рослинами (коефіцієнт засвоєння 90 %). Механізм дії хелатів дуже простий: він за рахунок хімічних зв'язків міцно утримує іон металу, при попаданні на рослину він розкладається і вивільняє його, переводячи в легкодоступну біологічну форму.

Поява нових форм мікродобрив спричинила певний бум наукових праць, тематикою яких стало вивчення позакоренових підживлень основних сільськогосподарських культур. Було проведено наукові дослідження щодо вивчення позакоренових підживлень мікроелементами гречки, а саме: Мойсієнко В., Назарчук О. [11] впродовж 2018–2019 рр. на базі господарства ТОВ «КСАНТ-2» (с. Устинівка Житомирської області Малинського району) на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах вивчали вплив внесення борного добрива оракул і отримали такі результати: найвищу врожайність гречки (2,0 т/га) зафіксовано за комбінованого внесення позакоренового підживлення стимулятором росту вимпел 2 з борним мікродобривом оракул колофермин бор, водночас показники якості зерна гречки були найвищими.

Позитивний вплив внесення мікродобрив на гречці відзначає у своїх працях Лихочвор В. [5], який рекомендує вносити кристалони, вуксал, реаком, нутривант у фазі 6–8 листків та повторне внесення через десять діб тим же препаратом.

Широке вивчення позакоренових підживлень мікроелементами гречки відзначено у світовій агрономічній науці, так зокрема Jiang Ying [23] вивчав вплив селену на ріст та розвиток гречки, дослідження проводили у 2012–2013 рр. на полях Чіфенської академії наук – виявлено позитивний вплив на врожайність гречки.

Кнарowski Т., Majcherczak Е. [24] у польовому експерименті впродовж 2012–2014 рр. вивчали вплив внесення в ґрунт сірки (20 кг/га) і магнію (4 кг/га) у формі добрива Vigor, який містив 90 % S, а також обробки добривом мікро плюс – рідкою сумішшю

мікроелементів (В – 0,3 %, Cu – 0,15 %, Fe – 2,4 %, Mn – 1,0 %, Mo – 0,06 %, Zn – 0,4 %). Позакореневі підживлення збільшили врожайність гречки на 3,3 % та вихід білка на 2,3 % порівняно з контролем, де добрив не вносили.

Tobiasz-Salach R., Krochmal-Marczak B. [27], висіваючи сорт Кора на території приватного господарства (50°00' N, 23°12' E, wysokość 200 m n.p.m.), впродовж 2014–2016 рр. вносили Herbagreen у нормі 2 кг/га у різні фази вегетації: 33 ВВСН, 59 ВВСН, 67 ВВСН.

Позакореневе підживлення рослин привело до значного збільшення врожаю насіння гречки, а також маси 1000 насінин, однак не вплинуло на висоту та густоту стояння рослин. Максимальний рівень урожаю відзначено за внесення препарату у фазі ВВСН 67 – 2,26–3,02 т/га при 1,67–2,14 т/га у контрольному варіанті.

Висновки. Провівши аналіз наукових праць, можна стверджувати, що переважна більшість як вітчизняних, так і закордонних вчених підтверджують тезу про потребу застосування мінеральних добрив під гречку. Дискусійними питаннями є норми внесення та співвідношення між макроелементами. Слід також відзначити, що для отримання високих урожаїв гречки потрібно застосовувати мікроелементи у формі хелатних мікродобрив.

Список використаної літератури

1. Анспок П. И. Микроудобрения : справочник. Ленинград, 1990. 271 с.
2. Вплив рівня мінерального удобрення та позакореневого підживлення на урожайність бобів кормових в умовах Західного Лісостепу України / Ю. М. Оліфір та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. Вип. 63. С. 117–127.
3. Грищенко Р. Є. Фотосинтетична продуктивність посівів гречки в північному Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2015. Вип. 1. С. 57–62.
4. Елапин А. П. Агротехника гречихи. Москва : Колос, 1984. 126 с.
5. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. *Зерновиробництво*. Львів : Українські технології, 2008. 623 с.
6. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та система удобрення польових культур. Львів, 2021. 280 с.

References

1. Anspok P. I. Microfertilizers : reference book. Leningrad, 1990. 271 p.
2. Impact of the level of mineral fertilizing and extra-root nutrition on the yielding capacity of fodder beans under conditions of Western Forest-Steppe of Ukraine / Yu. M. Olifir et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2018. Issue 63. P. 117–127.
3. Hryshchenko R. Ye. Photosynthetic productivity of buckwheat in Northern Forest-Steppe. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2015. Issue 1. P. 57–62.
4. Yelapin A. P. Cultivation practice of buckwheat. Moscow : Kolos, 1984. 126 p.
5. Lykhochvor V. V., Petrychenko V. F. *Crop Growing*. Lviv: Ukrainski tekhnohohii, 2008. 623 p.
6. Lykhochvor V. V., Petrychenko V. F. *Physiological function of elements of nutrition and system of fertilizing field*

7. Машенко Ю. В. Економічна ефективність вирощування гречки залежно від строків сівби та мінеральних добрив. *Вісник Степу* : наук. зб. 2010. Вип. 7. С. 102–105.
8. Машенко Ю. В. Особливості формування урожайності гречки сорту Кара-Даг при різних строках сівби і фонах живлення в умовах Північного Степу. Матеріали четвертої Міжнар. конф. “Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки”, квітень 2003 р. Кіровоград, 2003. С. 30–32.
9. Машенко Ю. В. Оцінка ефективності основних елементів технології вирощування гречки в умовах Північного Степу України. *Вісник Степу* : наук. зб. 2010. Вип. 5. С. 14–17.
10. Машенко Ю. В., Гайденко О. І. Сівба гречки: основні акценти. *Агробізнес сьогодні*. 2018. № 7 (374). С. 76–78. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiiisohodni/item/12592-sivba-hrechky-osnovni-aktsenty.html> (дата звернення: 02.08.2021).
11. Мосієнко В. О. Урожайність та якість гречки залежно від удобрення в умовах Полісся. URL: http://znau.edu.ua/images/public_document/2020 (дата звернення: 01.07.2021).
12. Пархуць Б. І. Вплив рівня мінерального удобрення на продуктивність гречки в умовах Західного Лісостепу України. *Вісник ЛНАУ : Агрномія*. 2018. № 22 (2). С. 137–140.
13. Пастух О. Д. Формування урожайності круп'яних культур залежно від застосування мікробіологічних препаратів в умовах Лісостепу західного. *Таврійський науковий вісник*. 2015. Вип. 94. С. 48–53.
14. Рарок А. В. Особливості формування урожайності сортів гречки при різних строках збирання. *Зб. наук. пр. ПДАТУ*. 2011. Вип. 19. С. 121–128.
15. Рарок А. В. Урожайність сортів гречки за різних строків збирання. *Вісник Львівського національного аграрного* crops. Lviv, 2021. 280 p.
7. Mashenko Yu. V. Economic efficiency of buckwheat growing depending on the terms of sowing and mineral fertilizers. *Visnyk Stepu* : nauk. zb. 2010. Issue 7. P. 102–105.
8. Mashchenko Yu. V. Peculiarities of formulating yielding capacity o Kara-Dag variety of buckwheat at different terms of sowing and different backgrounds of nutrition under conditions of Northern Steppe. *Materialy chetvertoi Mizhnar. konf. "Problemy konstruiuvannya, vyrobnytstva ta ekspluatatsii silskohospodarskoi tekhniki"*, kviten 2003 r. Kirovohrad, 2003. P. 30–32.
9. Mashchenko Yu. V. Estimation of efficiency of the main elements of technology of buckwheat growing under conditions of Northern Steppe. *Visnyk Stepu* : nauk. zb. 2010. Issue 5. P. 14–17.
10. Mashchenko Yu. V., Haidenko O. I. Buckwheat sowing: basic accents. *Ahrobiiznes siohodni*. 2018. No 7 (374). P. 76–78. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiiisohodni/item/12592-sivba-hrechky-osnovni-aktsenty.html> (last accessed: 02.08.2021).
11. Mosiienko V. O. Buckwheat yielding capacity and quality depending on fertilizing under conditions of Polissia. URL: http://znau.edu.ua/images/public_document/2020 (last accessed: 01.07.2021).
12. Parkhuts B. I. Impact of the level of mineral fertilizing on the buckwheat yielding capacity under conditions of Western Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk LNAU : Ahronomiia*. 2018. No 22 (2). P. 137–140.
13. Pastukh O. D. Formulation of granular crops yielding capacity depending on application of microbiological preparations under conditions of Western Forest-Steppe. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2015. Issue 94. P. 48–53.
14. Rarok A. V. Peculiarities of formulation of buckwheat varieties at different terms of yielding. *Zb. nauk. pr. PDATU*. 2011. Issue 19. P. 121–128.
15. Rarok A. V. Yielding capacity of

університету. 2012. Вип. 16. С. 291–298.

16. Рарок А. В. Формування урожайності сортів гречки при різних строках збирання та застосування дефоліантів. *Зб. наук. пр. / НААН України, Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2012. С. 328–332.

робота по покращенню гречки, так як в літературі по гречці за другу половину

17. Рубин Б. А. Физиология сельскохозяйственных растений. Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1970. Т. VI. 652 с.

18. Санін Ю. В. Особливості позакореневого підживлення сільськогосподарських культур мікроелементами. *Агробізнес сьогодні*. 2012. № 6 (229). URL: <http://www.agro-business.com.ua/agronomiia-siogodni/964-osoblyvosti-pozakoreneвого-pidzhyvlennia-sil'skogospodarskykh-kulturmikroelementamy.html> (дата звернення: 01.07.2021).

19. Страхоліс І. М., Кабанець В. М. Отримати сталій урожай гречки. *Аграрний тиждень. Україна*. URL: <https://a7d.com.ua/analitika/tehnology/25480-otrimati-staliy-urozhay-grechki.html> (дата звернення: 02.08.2021).

20. Тимчишин О. Ф., Лихочвор В. В. Вплив мінерального та бактеріального удобрення на динаміку наростання листової поверхні та врожайність гречки. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2009. Вип. 51, ч. I. С. 148–152.

21. Ткаліч І. Д., Ткаліч Ю. В. Особливості вирощування гречки в післяукісних посівах. *Зернові культури*. 2019. Т. 3, № 1. С. 68–76. DOI: 10.31867/2523-4544/0062.

22. Björkman T. Buckwheat, Production, Planting. URL: <http://nmsp.cals.cornell.edu/publications/factsheets/factsheet50> (last accessed: 04.08.2021).

23. Jiang Ying. Effects of selenium fertilizer on grain yield, Se uptake and distribution in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Plant*

buckwheat varieties at different terms of yielding. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2012. Issue 16. P. 291–298.

16. Rarok A. V. Formulation of yielding capacity of buckwheat varieties at different terms of yielding and application of defoliants. *Zb. nauk. pr. / NAAN Ukrainy, Instytut bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv*. 2012. P. 328–332.

17. Rubin B. A. Physiology of vegetables. Moscow : Izd-vo Mosk. un-ta, 1970. Vol. VI. 652 p.

18. Sanin Yu.V. Peculiarities of extra-root nutrition of crops by microelements. *Ahrobiznes sohodni*. 2012. No 6 (229). URL: <http://www.agro-business.com.ua/agronomiia-siogodni/964-osoblyvosti-pozakoreneвого-pidzhyvlennia-sil'skogospodarskykh-kulturmikroelementamy.html> (last accessed: 01.07.2021).

19. Strakholis I. M., Kabanets V. M. Getting permanent harvest of buckwheat. *Ahrarnyi tyzhden. Ukraina*. URL: <https://a7d.com.ua/analitika/tehnology/25480-otrimati-staliy-urozhay-grechki.html> (last accessed: 02.08.2021).

20. Tymchyshyn O. F., Lykhochvor V. V. Impact of mineral and bacterial fertilization on dynamics of increase of leaf surface and yielding capacity of buckwheat. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynytsvo*. 2009. Issue 51, part 1. P. 148–152.

21. Tkalych I. D., Tkalych Yu. V. Peculiarities of buckwheat growing on post-cutting acreages under crops. *Zernovi kultury*. 2019. Issue 3, No 1. P. 68–76. DOI: 10.31867/2523-4544/0062.

22. Björkman T. Buckwheat, Production, Planting. URL: <http://nmsp.cals.cornell.edu/publications/factsheets/factsheet50> (last accessed: 04.08.2021).

23. Jiang Ying. Effects of selenium fertilizer on grain yield, Se uptake and distribution in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Plant Soil Environ*. 2015. Vol. 61, No 8. P. 371–

- Soil Environ.* 2015. Vol. 61, No 8. P. 371–377. DOI: 10.17221/284/2015-PSE.
24. Knapowski T., Majcherczak E. Plonowanie gryki siewnej w warunkach nawożenia magnezem, siarką oraz mikroelementami. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu – Rolnictwo*. 2016 Vol. 119, No 621. P. 29–38.
25. Podolska G. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i cechy struktury plonu gryki odmiany Kora. *Polish Journal of Agronomy*. 2011. No 6. P. 38–43. URL: https://www.iung.pl/PJA/wydane/6/PJA6_6 (last accessed: 04.08.2021).
26. Sobhani M. R. Influence of different sowing date and planting pattern and N rate on buckwheat yield and its quality. *Australian Journal of Crop Science*. 2014. Vol. 8, No 10. P. 1402–1414. URL: http://www.cropl.com/sobhani_8_10_2014_1402_1414 (last accessed: 04.08.2021).
27. Tobiasz-Salach R., Krochmal-Marczak B. Ocena wpływu nawożenia dolistnego na plonowanie i skład chemiczny nasion gryki (*Fagopyrum esculentum Moench*). *Fragm. Agron.* 2018. No 35 (1). P. 106–114. DOI: 10.26374/fa.2018.35.10.
28. Wang Yan. Influence of foliar feeding of boric fertilizers on nutrients of rhizosphere soil, plant growth and yield of wine buckwheat. *Journal of Southern Agriculture*. 2018. Vol. 49. P. 253–257.
29. Wpływ nawożenia azotem oraz miedzią i manganem na plonowanie gryki / M. Liszewski et al. *Fragm. Agron.* 2013. No 30 (4). P. 74–83. URL: [https://pta.up.poznan.pl/pdf/2013/FA%2030\(4\)%202013%20Liszewski](https://pta.up.poznan.pl/pdf/2013/FA%2030(4)%202013%20Liszewski) (last accessed: 04.08.2021).
30. Xiaomei Fang. Effects of nitrogen fertilizer and planting density on the leaf photosynthetic characteristics, agronomic traits and grain yield in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* M.). *Field Crops Research*. 2018. Vol. 219, 15/04. P. 160. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378429017318476> (last accessed: 03.08.2021).
377. DOI: 10.17221/284/2015-PSE.
24. Knapowski T., Majcherczak E. Yielding capacity of buckwheat under conditions of fertilizing by magnesium, sulphur and microelements. *Wroclaw Notes of Scientific university of Nature. Agriculture*. 2016. Issue 119, No 621. P. 29–38.
25. Podolska G. Impact of nitrogen fertilizers on the yielding capacity of the structure of yielding capacity of Kora variety of buckwheat seeds. *Polish Journal of Agronomy*. 2011. No 6. P. 38–43. URL: https://www.iung.pl/PJA/wydane/6/PJA6_6 (last accessed: 04.08.2021).
26. Sobhani M. R. Influence of different sowing date and planting pattern and N rate on buckwheat yield and its quality. *Australian Journal of Crop Science*. 2014. Vol. 8, No 10. P. 1402–1414. URL: http://www.cropl.com/sobhani_8_10_2014_1402_1414 (last accessed: 04.08.2021).
27. Tobiasz-Salach R., Krochmal-Marczak B. Estimation of the impact of extra-root additional fertilization on the yielding capacity and chemical content of buckwheat seeds (*Fagopyrum esculentum Moench*). *Fragm. Agron.* 2018. No 35 (1). P. 106–114. DOI: 10.26374/fa.2018.35.10.
28. Wang Yan. Influence of foliar feeding of boric fertilizers on nutrients of rhizosphere soil, plant growth and yield of wine buckwheat. *Journal of Southern Agriculture*. 2018. Issue 49. P. 253–257.
29. Impact of nitrogen, copper and magnesium fertilizers on the yielding capacity of buckwheat / M. Liszewski et al. *Fragm. Agron.* 2013. No 30 (4). P. 74–83. URL: [https://pta.up.poznan.pl/pdf/2013/FA%2030\(4\)%202013%20Liszewski](https://pta.up.poznan.pl/pdf/2013/FA%2030(4)%202013%20Liszewski) (last accessed: 04.08.2021).
30. Xiaomei Fang. Effects of nitrogen fertilizer and planting density on the leaf photosynthetic characteristics, agronomic traits and grain yield in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* M.). *Field Crops Research*. 2018. Vol. 219, 15/04. P. 160. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378429017318476>

[e/abs/pii/S0378429017318476](https://doi.org/10.15656/abs/pii/S0378429017318476) (last
accessed: 03.08.2021).

Отримано 27.09.2021