

УДК 633.35:631.559(631.81+631.82)(477.43)

Небаба К. С.

кандидат сільськогосподарських наук,
асистент кафедри рослинництва, селекції та насінництва,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: agronebaba@gmail.com
ORCID: 0000-0002-4529-3623

Хмелянчишин Ю. В.

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри рослинництва, селекції та насінництва,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: hmelya75@ukr.net
ORCID: 0000-0003-2860-2065

ФОРМУВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ТА НАСІННЕВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ГОРОХУ ПОСІВНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОТЕХНІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

Анотація

Нині горох вирощують на всіх континентах, а посівні площі його займають близько 7 млн га. На земній кулі серед зернобобових культур він посідає п'яте місце після сої, квасолі, арахісу і нуту. Для європейських країн горох є основною зернобобовою культурою, яка вирощується для харчових та кормових цілей на площі близько 3 млн га. В Україні за останні роки посівні площі під горохом значно зменшилися. Серед причин зниження виробництва гороху можна назвати як деякі біологічні властивості культури (схильність до вилягання та осипання насіння, сильне, якщо порівняти з іншими культурами, пригнічення бур'янами, значне пошкодження шкідниками та хворобами, низький коефіцієнт розмноження), так і об'єктивні фактори (відсутність технологічних сортів та техніки для збирання, скорочення поголів'я сільськогосподарських тварин). Аналіз структури врожаю – важливий метод оцінювання розвитку культурних рослин. До основних елементів структури врожаю гороху належать такі: кількість збережених до жнив рослин, число бобів на рослині, кількість насінин у бобі та маса 1000 насінин.

Дослідження проводили впродовж 2017–2020 рр. в умовах НДЦ «Поділля», ПДАТУ. Був закладений трифакторний дослід у десятипільній польовій сівозміні. Грунтовий покрив представлений чорноземом типовим, глибоким малогумусним важкосуглинковим на лесовидних суглинках.

Метою досліджень було вивчення впливу різних доз мінеральних добрив та регуляторів росту на формування індивідуальної та насінневої продуктивності гороху посівного залежно від агротехнічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Західного.

Встановлено, що показники елементів структури врожаю та врожайність зерна гороху залежить від сортових особливостей культури, типу ґрунту, агротехніки, метеорологічних умов та характеру їхньої взаємодії. У рослин гороху сортів Готівський, Чекбек та Фаргус, підживлених мінеральними добривами у дозах $N_{15}P_{30}K_{45}$ та $N_{30}P_{30}K_{45}$, кількість квіток в середньому на 6–8%, бобів на 24–27% більша порівняно з контрольним варіантом. За дії регуляторів росту ці показники збільшилися ще на 1,5–4,6%. Маса 1000 насінин у сорту гороху Готівський була в межах 249,5–260,6 г, у сорту Чекбек – 261,1–266,4 г та Фаргус – 231,4–238,4 г. Показники урожайності коливалися в межах 3,2–4,3 т/га.

Ключові слова: горох, сорт, мінеральні добрива, регулятори росту, елементи структури врожайності, урожайність.

Вступ. Зернобобові, в тому числі й горох, – одні з найдавніших культур, які вирощує людство. Вони поєднують в собі два найважливіших процеси – фотосинтез та азотфіксацію. Завдяки цьому бобові не лише забезпечують власні потреби в азоті, а й підвищують родючість ґрунтів та поліпшують екологію. Ці культури мають унікальний хімічний склад, поєднуючи високий вміст білка з підвищеними кількостями жирів та вуглеводів. Завдяки своїм особливостям вони посідають чільне місце серед культур світового землеробства [3; 6; 14].

Горох відіграє надзвичайно важливу роль у структурі посівних площ, особливо там, де в польових сівозмінах значна питома вага зернових і технічних культур. Він залишає після себе в ґрунті близько 30 кг азоту на 1 га. Коренева система цієї культури відзначається високою здатністю розчиняти фосфорнокислі та інші важкорозчинні сполуки, що позитивно впливає на фізичні та хімічні властивості ґрунту. Він також є одним із найкращих попередників для більшості сільськогосподарських культур, крім бобових [1; 5].

Насичення сівозмін бобовими не повинно перевищувати 33%. Відомі вчені вважають, що найбільша і стала продуктивність сівозмін досягається при 25% в них гороху, а в сівозмінах з великою часткою зернових колосових насичення горохом не повинно перевищувати 30% [2; 12].

Аналіз структури врожаю – важливий метод оцінювання розвитку культурних рослин. До основних елементів структури врожаю гороху належать такі: кількість збережених до жнив рослин, число бобів на рослині, кількість насінин в бобі та маса 1000 насінин [4; 8; 13].

У вегетації бобових культур значну роль відіграє волога та оптимальна температура в критичні періоди розвитку та росту. Відсутність поживних речовин може призвести до опадання квіток та втрати певної частини вже зав'язаних бобів або насінин у бобі, що здатне призвести до зниження врожайності [7; 10; 11].

Мета роботи – вивчити та порівняти особливості впливу мінеральних добрив та регуляторів росту на формування елементів структури врожайності гороху посівного в умовах Лісостепу Західного.

Виклад основного матеріалу. Польові дослідження проводили впродовж 2017–2020 рр. на дослідному полі Навчально-виробничого центру «Поділля» ПДАТУ, закладеного в науково-дослідній десятипільній сівозміні.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий, глибокий малогумусний важкосуглинковий на лесовидних суглинках.

У досліді вивчали дію та взаємодію трьох факторів: А – сорт (Готівський, Фаргус та Чекбек); В – удобрення ($P_{30}K_{45}$ (контроль), $N_{15}P_{30}K_{45}$, $N_{30}P_{30}K_{45}$, $N_{45}P_{30}K_{45}$); С – регулятори росту (контроль – без обробки, ПлантаПег – 25 г/га, Емістим С – 30 мл/га, Вимпел – 30 мл/га).

Протягом декількох років досліджень нами були проведені біометричні аналізи на рослинах гороху в стадіях росту і розвитку ВВСН 65–69 (повне цвітіння, 50% квіток відкриті – кінець цвітіння), ВВСН 71–77 (10–70% бобів досягли типової довжини, виділяється сік при їх натисканні), ВВСН 81–88 (10–80% бобів достигло, насіння має сортовий колір, сухе та тверде), 97–99 (збирання врожаю).

Аналіз структури врожаю гороху посівного проводили відбором пробного снопа з кожного варіанту та ділянки досліду для визначення: продуктивних та непродуктивних стебел у снопі, середньої кількості квіток та бобів на рослині, середньої кількості насінин у бобі, маси насіння з однієї рослини та маси 1000 зернин.

За роки досліджень встановлено позитивну динаміку на посівах гороху з внесенням мінеральних добрив та регуляторів росту по вегетуючих рослинах. Показники елементів структури урожаю досліджуваних нами сортів гороху були значно вищими порівняно з контрольними варіантами.

Відомо, що для бобових культур, в тому числі й гороху, надзвичайно важливу роль відіграє волога, комфортна температура повітря для рослин, а відсутність поживних речовин у ґрунті може призвести до опадання квіток та втрати певної частини вже зав'язаних бобів або насінин у бобі.

На дослідних ділянках, які було взято за контроль внесення мінеральних добрив у дозах $P_{30}K_{45}$ та без застосування регуляторів росту, середня кількість квіток на одній рослині гороху сорту Готівський становила 12,7 шт., у сорту Чекбек – 12,1 шт. та сорту Фаргус – 11,6 шт. На ділянках, де застосовували мінеральні добрива у дозах $N_{15}P_{30}K_{45}$, $N_{30}P_{30}K_{45}$, $N_{45}P_{30}K_{45}$ і регулятори росту Емістим С, ПлантаПег та Вимпел, кількість квіток на одній рослині була більшою в середньому на 1,5–5%, бобів у мікростадіях ВВСН 81–89 – на 4–8% більшою залежно від сорту (рис. 1, 2, 3).

На варіантах, удобрених мінеральними добривами у дозах $N_{15}P_{30}K_{45}$ та $N_{30}P_{30}K_{45}$, ми зафіксували у сорту Готівський збільшення кількості квіток на 1–2%, бобів у мікростадіях ВВСН 81–89 – на 4–8% порівняно з контрольним варіантом. За дії регуляторів росту ПлантаПег, Емістим С та Вимпел кількість квіток на одній рослині збільшилася ще на 1,5–4,6%, що забезпечувало кращу збереженість бобів на одній рослині під час збирання урожаю. Ці показники варіювали на згаданих варіантах удобрення в межах 5,4–6,0 шт./рослину.

Упродовж 2017–2020 рр. нами було зафіксовано дещо меншу кількість квіток та бобів на рослинах сорту гороху Чекбек порівняно з сортом Готівський (контроль), але це ніяк не вплинуло на високу урожайність цього сорту, забезпечену більш крупним зерном.

Максимальна кількість квіток на одній рослині у гороху сорту Чекбек на варіантах, підживлених мінеральними добривами у дозах $N_{30}P_{30}K_{45}$ у поєднанні з регуляторами росту Вимпел та Емістим С, становила в середньому 13,1 шт./рослину, з регулятором росту ПлантаПег – 12,7 шт./рослину. Кількість бобів на цьому ж варіанті удобрення у мікростадії ВВСН 71–77 була 6,7 шт./рослину, 6,6 шт./рослину, 6,4 шт./рослину відповідно. Збереженість бобів у мікростадіях ВВСН 81–89 також була найкращою на цьому варіанті живлення і варіювала в межах 5,2–5,5 шт./рослину залежно від застосування регуляторів росту (рис. 2).

Порівнявши досліджувані сорти гороху, можна простежити найменшу кількість квіток, а відповідно і бобів, у гороху сорту Фаргус. На варіанті $P_{30}K_{45}$ на одній рослині було зафіксовано в середньому 11,6 шт./рослину. Що стосується кількості бобів у мікростадіях ВВСН 71–77, нами було нараховано у гороху сорту Фаргус 5,2 шт./рослину. Аналогічна ситуація складалася й з кількістю бобів у мікростадіях ВВСН 81–89 – у сорту Фаргус середня їх кількість була 3,7 шт./рослину, що на 0,5 – 1,1 шт./рослину менше порівняно з рослинами сортів Готівський та Чекбек (рис. 3).

Одним із важливих показників структури врожаю є маса 1000 насінин, яка залежить від сортових ознак культури, внесення мінеральних добрив та регуляторів росту. У наших дослідженнях максимальні показники

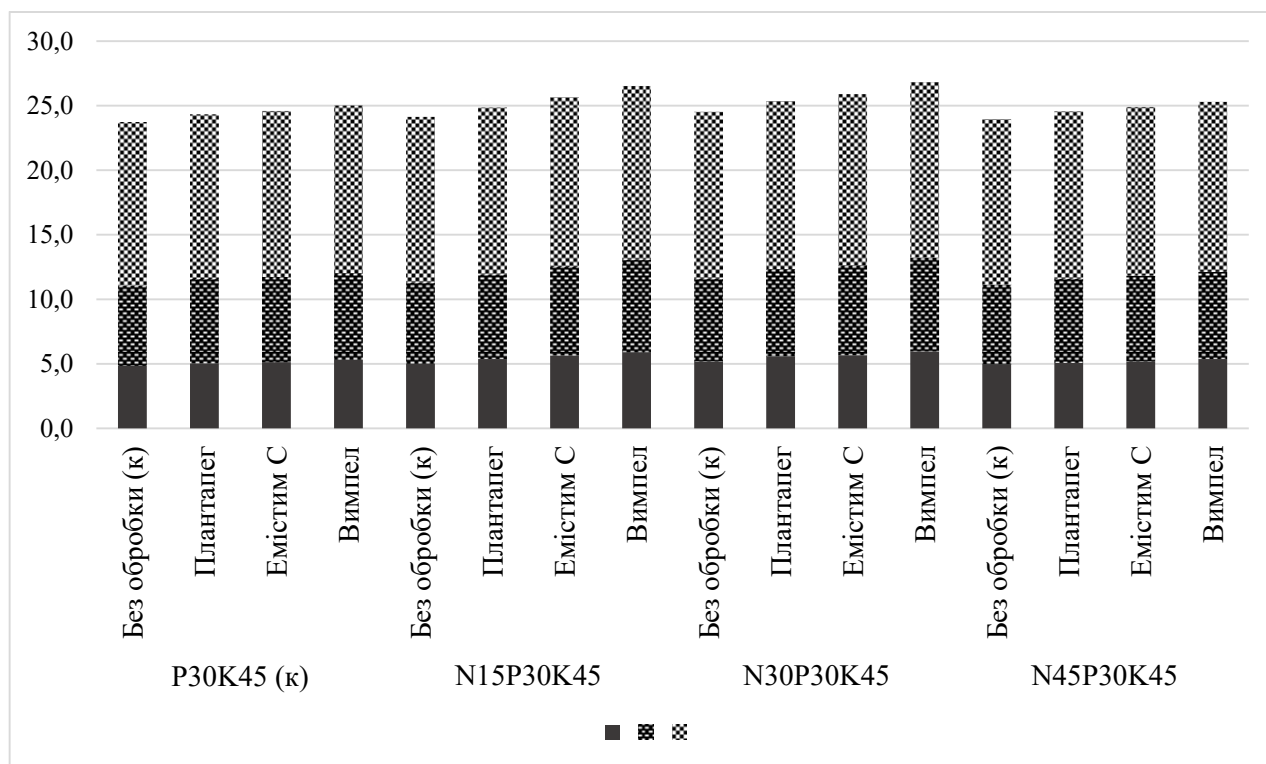


Рис. 1. Кількість квіток та бобів на рослинах гороху сорту Готівський залежно від живлення мінеральними добривами та регуляторами росту, шт./рослину (середня за 2017–2020 рр.)

маси 1000 насінин були зафіксовані в гороху сорту Чекбек на ділянках живлення добривами у дозах $N_{30}P_{30}K_{45}$ та регулятором росту Вимпел – 266,4 г; за цієї ж дози мінеральних добрив та регуляторів росту Емістим С та ПлантаПег – 265,7 г та 264,9 г відповідно. Ця композиція удобрення також мала позитивний вплив і на сорти

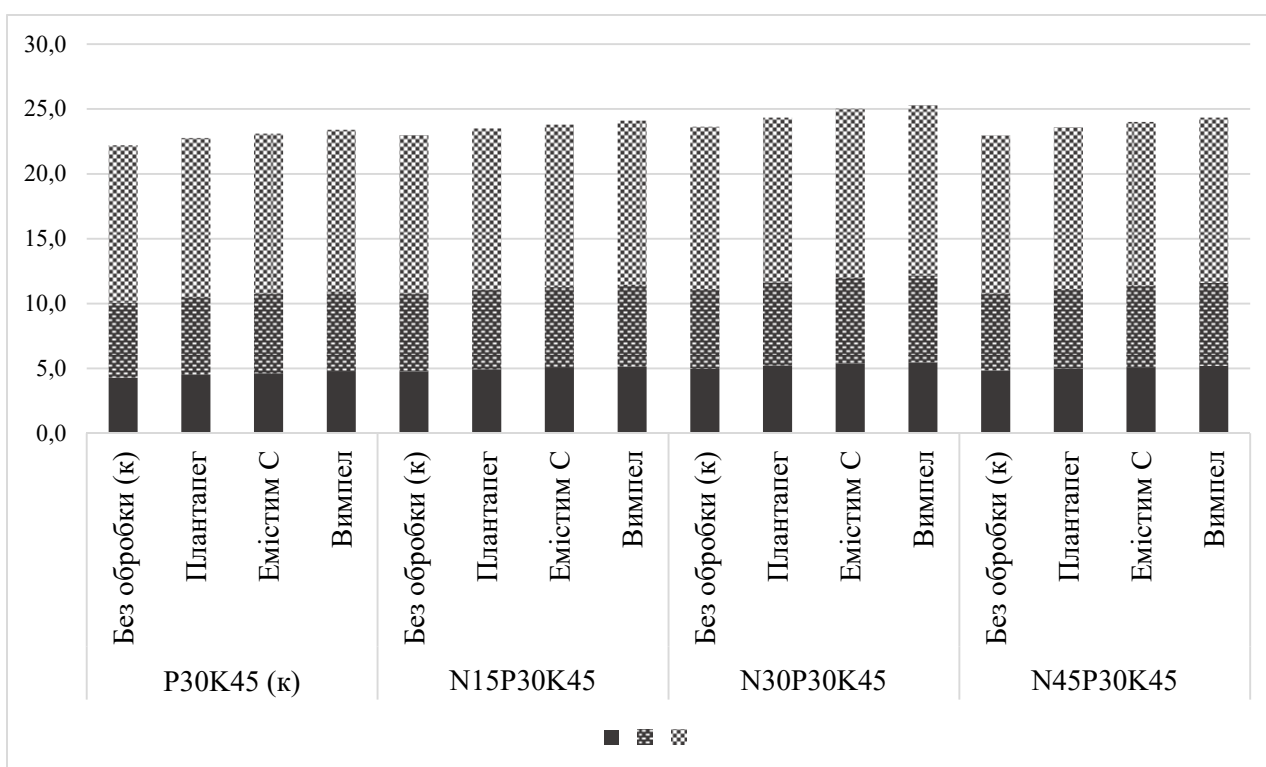


Рис. 2. Кількість квіток та бобів на рослинах гороху сорту Чекбек залежно від живлення мінеральними добривами та регуляторами росту, шт./рослину (середнє за 2017–2020 рр.)

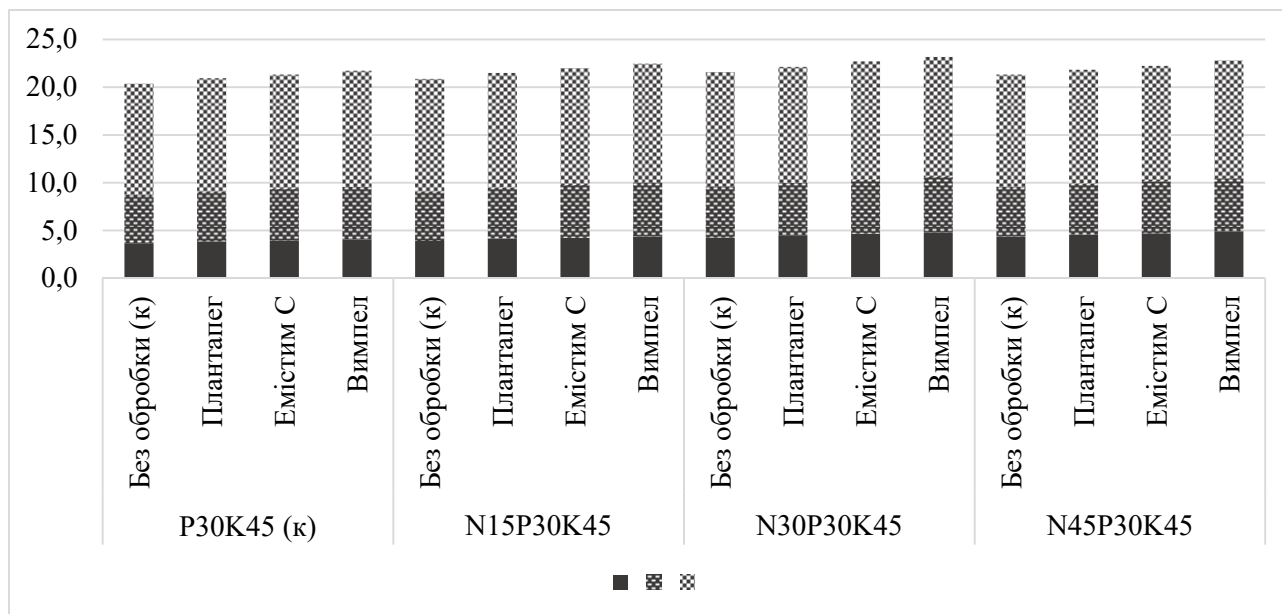


Рис. 3. Кількість квіток та бобів на рослинах гороху сорту Фаргус залежно від живлення мінеральними добривами та регуляторами росту, шт./рослину (середня за 2017–2020 рр.)

Готівський та Фаргус, але показники були меншими в середньому на 2,2–2,9% та 10,5–11,3% відповідно і становили 257,2–260,6 г та 235,1–238,4 г.

Висновки. Нами встановлено, що на кількість квіток та бобів на одній рослині впливало підживлення азотом у різних дозах. Із збільшенням кількості мінерального азоту до N_{45} абортивність квіток зростала, але ці показники все одно були вищими за варіант без азоту.

Найсприятливіші умови для росту та розвитку і реалізації біологічної продуктивності гороху посівного створювалися після внесення мінеральних добрив у дозах $N_{30}P_{30}K_{45}$ з обробленням посівів регуляторами росту, які виключно у малих концентраціях суттєво змінювали процеси життєдіяльності рослинного організму та сприяли зростанню урожайності зерна. Найкраще себе проявив варіант живлення $N_{30}P_{30}K_{45}$ у комплексі з регуляторами росту Емістим С та Вимпел. Показники урожайності на цих варіантах становили 3,71–3,79 т/га для сорту Готівський, 4,15–4,32 т/га для сорту Чекбек. Найменшою була урожайність у сорту Фаргус – 3,22–3,30 т/га.

Список використаних джерел

1. Формування високої врожайності гороху / С. Авраменко, Ю. Огурцов, М. Цехмейструк та ін. *Агробізнес сьогодні*. URL: <http://www.agro-business.com.ua/agrobusiness/events/406-2011-05-13-05-48-20.html>.
2. Андрушко М.О., Лихочвор В.В. Особливості росту і розвитку гороху під впливом різних видів та норм мінеральних добрив. *Topical issues of the development of modern science. Abstracts of the 4th International scientific and practical conference (11–13 december)*. Publishing House — ACCENT. Sofia, Bulgaria. 2019. P. 962–972. URL: <http://sci-conf.com.ua>.
3. Бушулян О., Коблай С. Володар бобового царства, або Знову про горох. *Пропозиція*. 2019. № 2. С. 54–58.
4. В.В. Лихочвор., О.М. Андрушко. Продуктивність гороху залежно від сорту та норм висіву. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 2. С. 54–62. DOI:10.31521/2313-092X/2020-2(106)-6.
5. Особливості формування зернової продуктивності рослин різних сортів гороху в умовах Північного Степу України / А.Д. Гирка, І.Д. Ткаліч, Ю.Я. Сидоренко та ін. *Зернові культури : науковий журнал Інституту зернових культур*. 2018. Том 2. № 2. С. 267–273. URL: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0035>.
6. Небаба К.С. Вплив мінеральних добрив та регуляторів росту на якість зерна гороху посівного в умовах Лісостепу Західного. *Подільський вісник. Серія «Сільське господарство, техніка, економіка»*. 2023. № 38. С. 99–103. URL: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-1.14>.
7. Телекало Н.В. Вплив комплексу технологічних прийомів на вирощування гороху посівного. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія «Сільське господарство та лісівництво»*. 2019. Випуск 13. С. 84–93.
8. Molecular genetic diversity of the pea (*Pisum sativum* L.) from the Vavilov Research Institute collection by the AFLP analysis / E.A. Dyachenko, N.N. Ryzhova, E.Z. Kochieva, M.A. Vishnyakova. *Russ. J. Genet.* 2017. Vol. 50. Iss. 9. P. 916–924.
9. Effect of Endophytic Bacteria *Bacillus subtilis* on Seedling Growth and Root Lignification of *Pisum sativum* L. under Normal and Sodium Chloride Salt Conditions. *Russian Journal of Plant Physiology*. Volume 70, Issue 5 October 2023 Article number 97. DOI: 10.1134/S102144372360085X.
10. Karpenko V., Boiko Y., Prytuliak R. Anatomical changes in the epidermis of winter pea stipules and their area under usage of herbicide, plant growth regulator and microbial preparation. *Agronomy Research*. 2021. № 19 (2). P. 472–483.

11. Khan T.N., Meldrum, A. Croser J.S. Pea Overview. Reference Module in Food Science. 2016. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.00037-8>.
12. Kindie Y., Bezabih A., Beshir W. Field Pea (*Pisum sativum* L.) Variety Development for Moisture Deficit Areas of Eastern Amhara. *Advances in Agriculture*. Volume 2019. P. 6. URL: <https://doi.org/10.1155/2019/1398612>.
13. Malondialdehyde and proline content in bean cultivars following the inoculation with endophytic bacteria / S.R. Garipova, O.V. Markova, K.A. Fedorova, O.V. Lastochkina, L.I. Pusenkova. *Acta Physiologiae Plantarum*. 2022. № 44 (9). P. 89. DOI: 10.1007/s11738-022-03427-1.
14. Pea: A Sustainable Vegetable Protein Crop / M.C. Tulbek, Y. Lam, P. Wang, A. Asavajaru. *Sustainable protein sources*. 2017. P. 145–164. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802778-3.00009-3>.

Nebaba K. S.

*Candidate of Agricultural Sciences,
Assistant at the Department of Plant Growing, Breeding and Seed Production,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskiy, Ukraine
E-mail: agronebaba@gmail.com
ORCID: 0000-0002-4529-3623*

Khmelianchyshyn Yu. V.

*Candidate of Agricultural Sciences,
Senior Lecturer at the Department of Plant Growing, Breeding and Seed Production,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskiy, Ukraine
E-mail: hmelya75@ukr.net
ORCID: 0000-0003-2860-2065*

FORMATION OF INDIVIDUAL AND SEED PRODUCTIVITY OF PEAS DEPENDING ON AGROTECHNICAL METHODS OF CULTIVATION IN THE CONDITIONS OF THE WESTERN FOREST STEPPE

Abstract

Today, peas are grown on all continents, and their acreage occupies about 7 million hectares. On the globe, it ranks fifth after soybeans, beans, peanuts and chickpeas among leguminous crops. In European countries, peas are the main leguminous crop, which is grown for food and feed purposes on an area of about 3 million hectares. Recently, the acreage under peas has significantly decreased in Ukraine. The reasons for the decrease in pea production are some biological properties of the crop such as the tendency to lodging and shedding of seeds, strong (if compared with other crops) suppression by weeds, significant damage by pests and diseases, low reproduction rate, and objective factors such as lack of technological varieties and equipment for harvesting, reduction in the number of farm animals. Crop structure analysis is an important method for assessing the development of cultivated plants. The main elements of the structure of the pea crop include the number of plants preserved before harvest, the number of beans per plant, the number of seeds in the bean and the weight of 1000 seeds.

The study was conducted during 2017–2019 at the "Podillia" Research Center of Podillia State University. A three-factor experiment was carried out in a ten-field crop rotation. The soil cover was represented by typical deep low-humus heavy loamy forest-like black soil.

The research aimed to study the effect of different doses of mineral fertilizers and growth regulators on the formation of individual and seed productivity of peas depending on agrotechnical methods of cultivation in the Western forest steppe.

It has been established that the indicators of the elements of the crop structure and the yield of pea grain depend on the varietal characteristics of the crop, soil type, agricultural technology, meteorological conditions and their interaction. The number of flowers and beans in pea plants of Hotivskiy, Chekbek and Farhus varieties fed with mineral fertilizers in doses of N15P30K45 and N30P30K45 is higher by an average of 6–8% and by 24–27%, compared to the control variant.

Under the influence of growth regulators, these indicators increased by another 1.5–4.6%. The weight of 1000 seeds in the Hotivskiy pea variety was in the range of 249.5–260.6 g, in the Chekbek variety – 261.1–266.4 g and Farhus – 231.4–238.4 g.

Key words: peas, variety, mineral fertilizers, growth regulators, elements of yield structure, yield.

References

1. Avramenko, S. (2011). Formuvannia vysokoi vrozhaivosti horokhu [Formation of high yield of peas]. Ahrobiznes sohodni – Agribusiness today. Retrieved from: <http://www.agro-business.com.ua/agrobusiness/events/406-2011-05-13-05-48-20.html> [in Ukrainian].
2. Andrushko, M.O., & Lykhochvor, V.V. (2019). Osoblyvosti rostu i rozvytku horokhu pid vplyvom riznykh vydiv ta norm mineralnykh dobyv [Peculiarities of pea growth and development under the influence of different types and norms of mineral fertilizers]. Topical issues of the development of modern science. Abstracts of the 4th International scientific and practical conference held in Sofia, Bulgaria, December 11–13. pp. 962–972. Retrieved from: <http://sci-conf.com.ua>
3. Bushulian, O., & Koblai, S. (2019). Volodar bobovoho tsarstva, abo zнову pro horokh [The lord of the bean kingdom, or again about peas]. *Propozytsiia – Suggestion*, iss. 2, pp. 54–58 [in Ukrainian].

4. Lykhochvor, V.V., & Andrushko, O.M. (2020). Produktivnist horokhu zalezno vid sortu ta norm vysivu [Pea productivity depending on the variety and seeding rates]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomia – Bulletin of the Agrarian Science of the Black Sea Region*, 2, pp. 54–62. [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2020-2\(106\)-6](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2020-2(106)-6). [in Ukrainian].
5. Hyrka, A.D., Tkalich, I.D., & Sydorenko, Yu.Ya. (2018). Osoblyvosti formuvannia zernovoi produktyvnosti roslyn riznykh sortiv horokhu v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy [Features of the formation of grain productivity of plants of different varieties of peas in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine]. *Naukovyi zhurnal Instytutu zernovykh kultur "Zernovi kultury" – Scientific journal of the Institute of Grain Crops "Grain Crops"*, iss. 2(2), pp. 267–273. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0035> [in Ukrainian].
6. Nebaba, K.S. (2023). Vplyv mineralnykh dobryv ta rehulatoriv rostu na yakist zerna horokhu posivnoho v umovakh Lisostepu Zakhidnoho [Influence of mineral fertilizers and growth regulators on the quality of pea grain in the Western Forest-Steppe]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika – Podolsk Herald: Agriculture, Technology, Economics*, 38, pp. 99–103. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-1.14> [in Ukrainian].
7. Telekalo, N.V. (2019). Vplyv kompleksu tekhnolohichnykh pryimoviv na vyroshchuvannia horokhu posivnoho [Influence of a complex of technological techniques on the cultivation of peas]. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahraroho universytetu «Silke hospodarstvo ta lisivnytstvo» – Collection of scientific papers of Vinnytsia National Agrarian University*", iss. 13, pp. 84–93 [in Ukrainian].
8. Dyachenko, E. A., Ryzhova, N. N., Kochieva, E. Z., & Vishnyakova, M. A. (2017). Molecular genetic diversity of the pea (*Pisum sativum* L.). *Vavilov Research Institute collection by the AFLP analysis*, vol. 50, iss. 9, pp. 916–924.
9. Lastochkina, O., Garipova, S., Pusenkova, L., Garshina, D., Baymiev, A., & Koryakov, I. (2023). Effect of Endophytic Bacteria *Bacillus subtilis* on Seedling Growth and Root Lignification of *Pisum sativum* L. under Normal and Sodium Chloride Salt Conditions. *Russian Journal of Plant Physiology*, vol. 70, iss. 5. DOI: 10.1134/S102144372360085X.
10. Karpenko, V., Boiko, Y., & Prytuliak, R. et. al. (2021). Anatomical changes in the epidermis of winter pea stipules and their area under usage of herbicide, plant growth regulator and microbial preparation. *Agronomy Research*, vol. 19, iss. 2, pp. 472–483.
11. Khan, T.N., Meldrum, A., & Croser, J.S. (2016). Pea Overview. *Reference Module in Food Science*. DOI: 10.1016/B978-0-08-100596-5.00037-8.
12. Kindie, Y., Bezabih, A., Beshir, W., & Nigusie, Z. et. al. (2019). Field Pea (*Pisum sativum* L.) Variety Development for Moisture Deficit Areas of Eastern Amhara. *Advances in Agriculture*, vol. 2019, pp. 1–6. <https://doi.org/10.1155/2019/1398612>
13. Garipova, S., Markova, O., Fedorova, K., Dedova, M., & Iksanova, M. et. al. (2022). Malondialdehyde and proline content in bean cultivars following the inoculation with endophytic bacteria. *Acta Physiologiae Plantarum*, vol. 44, iss. 9. <https://doi.org/10.1007/s11738-022-03427-1>.
14. Tulbek, M.C., Lam, Y., Wang, P., Asavajaru, A. (2013). *Pea: A Sustainable Vegetable Protein Crop. Sustainable Protein Source* (1st ed.). Elsevier Inc., pp. 145–164. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802778-3.00009-3>.