

ОПТИМІЗАЦІЯ ГУСТОТИ РОСЛИН ТЕТРАГОНОЛОБУСА ПУРПУРОВОГО (*TETRAGONOLOBUS PURPUREUS* MOENCH.)

БОБОСЬ І.М. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0001-5193-7192

Національний університет біоресурсів і природокористування України

КОМАР О.О. – кандидат сільськогосподарських наук

orcid.org/0000-0001-7511-4190

Національний університет біоресурсів і природокористування України

ІВАНИЦЬКА А.П. – старший науковий співробітник

orcid.org/0000-0003-3987-4728

Український інститут експертизи сортів рослин

Постановка проблеми. Відсутність продовольчої безпеки та недоїдання залишаються серйозними проблемами в багатьох країнах, незважаючи на різні заходи, що вживаються для вирішення проблеми голоду в світі. Бідність, війни та катастрофи, зміна клімату та зростання населення є основними чинниками [16]. За останніми даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО), близько 13% населення країн, що розвиваються, недоїдають [14]. За останнє десятиліття інтерес до бобових культур знову зріс. Насправді, вони є особливо важливими в раціоні людини як джерело білка, вітамінів і мінералів, що доповнюють переважно зернову дієту. Окрім продовольчої безпеки, диверсифікація систем землеробства бобовими культурами може глобально покращити функціонування агроєкосистеми [6]. Існує понад 80 різних видів бобових, які споживаються людиною, але ФАО визнає лише 11 основних бобових. Недостатня поінформованість про використання бобових у харчуванні або виснажливий процес приготування може бути причиною недостатнього використання цих бобових [18]. Однією з таких перспективних культур є тетрагонолобус, що має достатньо широкий генетичний потенціал [7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Тетрагонолобус вирощують як овочеву, зернову, кормову та покривну культуру. Це одна з важливих і недостатньо використовуваних багатоцільових бобових культур. Всі частини рослини є їстівними та поживними. До них відносяться молоді листочки, квіти, ніжні боби, дозріле висушене насіння [4].

Впродовж багатьох років насіння та інші частини рослини широко використовуються в традиційній медицині багатьох країн світу. Згідно з нещодавнім дослідженням, екстракт крилатки має низку протизапальних, антимікробних, антипроліферативних та антиоксидантних властивостей [13]. Деякі з основних антиоксидантів, такі як вітамін С, вітамін Е, поліфеноли та флавоноїди, відповідають за антиоксидантну активність цієї квасолі. Фенольні сполуки є важливими антиоксидантами і мають різні протизапальні, антимікробні, антиканцерогенні, антиракові, антимуtagenні, антиалергічні, антитромбоцитарні та антиішемічні властивості. Протимікробні (антибактеріальні та протигрибкові) властивості виявлені в екстракті квасолі крилатої [5].

Дані про врожайність тетрагонолобуса обмежені. Однак, за деякими даними, врожайність становить до 10 т/га зелених бобів, 2 т/га зрілого насіння [7]. Крім того, Raai et al. (2020) дослідили, що у рослин з помірним затіненням врожайність загалом була вищою, ніж у рослин без затінення або з сильним затіненням. Можливо, це можна пояснити нещодавніми результатами дослідження, проведеного Khalid et al. (2019) на сої. Вони повідомили, що рослини, вирощені в легкому затіненні, можуть приносити кращий урожай, оскільки продихи цих рослин можуть працювати більш оптимально під час фізіологічних процесів, окрім можливості збільшення доступності первинних біоактивних сполук для формування насіння. Сильно затінені рослини, навпаки, показали найнижчу врожайність з найнижчим ростом рослин.

Tanzi et al. (2019) описали, що тетрагонолобус характеризується індетермінованим ростом з великою кількістю бічних відгалужень. Такий тип росту призводить до безперервного формування квітки протягом усього життєвого циклу. За даними Marwiyah et al. (2020), для насінництва синхронний збір врожаю є одним з найважливіших критеріїв, оскільки асинхронний збір врожаю може збільшити виробничі витрати та зменшити післязбиральну вартість. З іншого боку, асинхронне збирання врожаю необхідне для отримання зелених бобів через постійний ринковий попит на свіжі овочі. Тому період збору врожаю стає важливим критерієм, який слід застосовувати при відборі генотипів тетрагонолобуса [3].

Mathukia et al. (2018) повідомили, що серед трьох варіантів густоти рослин (30x15, 45x15 та 60x15 см) умовах південної Саураштри в Гуджараті найвища врожайність насіння *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub. була за схеми сівби 45x15 см. В роботі Meena & Dubey (2017) зазначено, що у богарній зоні Уттар-Прадеш (Індія) насіння рекомендовано висівали в один рядок з інтервалом 20 см між рослинами і 45 см між рядками. Mahdipour-Afra et al. (2021) дійшли висновку, що сорт, характер росту та агрокліматичні умови визначають оптимальну густоту рослин з відповідною геометрією.

Мета. Досягти максимальної продуктивності та покращити якість продукції шляхом встановлення оптимальної густоти посіву тетрагонолобуса.

Матеріали та методика досліджень. Польові дослідження проведені упродовж 2016–2018 років на колекційних ділянках навчальної лабораторії «Плодоовочевий сад» Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Дослідження проводили згідно з методикою однофакторних дослідів. Вивчали різні схеми сівби трагонолобуса: 45 × 10 см (222 тис. шт.), 45 × 15 см (148 тис. шт./га) (контроль), 45 × 20 см (111 тис. шт./га), 45 × 25 см (89 тис. шт./га). Повторність – триразова з рендомізацією. Висівали за оптимального терміну сівби (04.05–2016 р., 06.05–2017 р., 04.05–2018 р.). Технологія вирощування тетрагонолобуса загальноприйнята у виробничих умовах для бобових культур.

Під час проведення експериментальної роботи було використано польовий, статистичний і лабораторний методи досліджень. Боби на рослині досягали неодноразово, тому проводили багаторазове збирання врожаю бобів-лопаток. Перший збір врожаю проводили вибірково у міру досягання бобів. Збирання врожаю проводили щотижня за технічної стиглості: перший раз – через п'ять діб після початку бутонізації. Плоди збирали за досягнення довжини 3–4 см [1].

Зібрані плоди сортували на товарні та нетоварні (потворні, тріснути, деформовані, недорозвинені, уражені хворобами, з механічними пошкодженнями, з опіками та інше). Зважували окремо плоди кожної групи та обраховували підсумкову масу у кілограмах і у відсотках до маси всього врожаю у повторенні. Врожай товарних плодів в усіх повтореннях перераховували у т/га [2].

Одночасно зі збиранням врожаю було відібрано середній зразок. Цей зразок був використаний для якісної оцінки бобів у лабораторії Українського інституту експертизи сортів рослин за стандартними методиками.

Результати досліджень. Результати дослідження свідчать про те, що найвища продуктивність однієї рослини тетрагонолобуса (43,9 г) була досягнута за схеми розміщення рослин 45 × 25 см (89 тис. шт./га), що перевищило контрольні показники на 4,8 г або 12,3% (рис. 1).

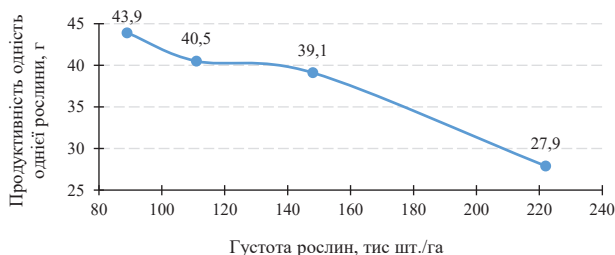


Рис. 1. Продуктивність однієї рослини тетрагонолобуса, г (середнє за 2016–2018 рр.)

Також, можна виділити схему 45 × 20 см (111 тис. шт./га) яка забезпечила високу продуктивність 40,5 г, що на 1,4 т/га або 3,6% перевищує контроль. За схеми розміщення рослин 45 × 10 см (222 тис. шт./га) продуктивність однієї рослини була найнижчою (27,9 г), що означає зниження продуктивності на 11,2 г або 28,6% відносно контролю. Натомість, контрольний варі-

ант 45 × 15 см (148 тис. шт./га) показав продуктивність 39,1 г з рослини.

Високу врожайність бобів-лопаток тетрагонолобуса (6,2 т/га) було отримано за найщільнішої схеми розміщення рослин 45 × 10 см (222 тис. шт./га), збільшивши її на 0,4 т/га або 6,9% відносно контролю (рис. 2). Найгірші результати щодо урожайності тетрагонолобуса показала схема 45 × 20 см (111 тис. шт./га) та 45 × 25 см (89 тис. шт./га), забезпечивши зниження показника відповідно на 1,3–1,9 г або 22,4–44,2% порівняно з контролем. За контрольної схеми розміщення рослин 45 × 15 см (148 тис. шт./га) була зафіксована врожайність бобів-лопаток 5,8 т/га.

Збільшення кількості рослин на одиницю площі від 89 до 222 тис. шт./га призвело до зниження вмісту загального азоту в бобах тетрагонолобуса. За схеми розміщення рослин 45 × 25 см (89 тис. шт./га) отримано найбільший вміст загального азоту 3,2% на повітряно-суху речовину, що перевищило контроль на 0,3% (рис. 3). Варто зазначити, що за розміщення рослин 45 × 20 см (111 тис. шт./га) вміст загального азоту становив 3,0%, що відповідає рівню контролю. Найменший вміст загального азоту (2,7%) спостерігали у бобах тетрагонолобуса вирощеного за схеми 45 × 10 см (222 тис. шт./га), що на 0,2% менше за контроль. Зокрема, за контрольної схеми розміщення рослин 45 × 15 см (111 тис. шт./га) вміст загального азоту становив 2,9%.

Серед досліджених схем розміщення рослин, найвищий вміст сухої речовини (27,2–28,7%) було зафіксовано при густоті 89 та 111 тис. шт./га (45 × 20–25 см). Цей показник на 1,8–3,3% перевищив контроль. Густина 222 тис. шт./га (схеми 45 × 10 см) забезпечила найменший вміст сухої речовини (22,6%), що на 2,8% менше за контроль.

Надмірна густина рослин негативно вплинула на вміст суми цукрів в бобах тетрагонолобуса. Найвища густина рослин 222 тис. шт./га (45 × 10 см) показала найбільше зниження вмісту суми цукрів (6,5%), що на 0,6% менше за контроль. Показник вмісту суми цукрів в контрольному варіанті становив 7,1%. Оптимальною густиною для вмісту суми цукрів (7,4–7,7%) була 89 та 111 тис. шт./га. Це призвело до збільшення вмісту суми цукрів на 0,3–0,6% порівняно з контролем.

Зміна густоти посіву тетрагонолобуса суттєво вплинула на вміст вітаміну С у бобах. Найвищий вміст вітаміну С (38,5 мг/100 г) був зафіксований при найменшій густоті (89 тис. шт./га), а найнижчий (30,8 мг/100 г) – при найбільшій (222 тис. шт./га). Водночас можна виокремити густоту рослин 111 тис. шт./га за якої вміст вітаміну С (36,7 мг/100 г) теж перевищив контроль.

Аналіз експериментальних даних показав, що зі збільшенням густоти тетрагонолобуса продуктивність однієї рослини знижувалась. Між цими показниками існує чіткий негативний кореляційний зв'язок ($r = -0,98$). В середньому, кожна додаткова тисяча рослин на гектарі зменшувала продуктивність однієї рослини на 0,177 г.

Виявлено сильну криволінійну кореляцію ($r = 0,77$) між густиною рослин тетрагонолобуса та врожайністю бобів лопаток. Спочатку, зі збільшенням густоти від 89 до

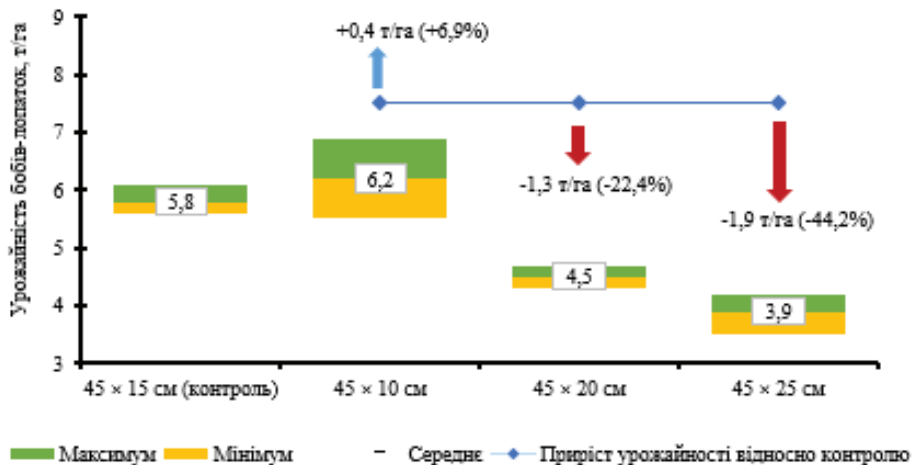


Рис. 2. Урожайність бобів-лопаток тетрагонолобуса, т/га (2016–2018 рр.)

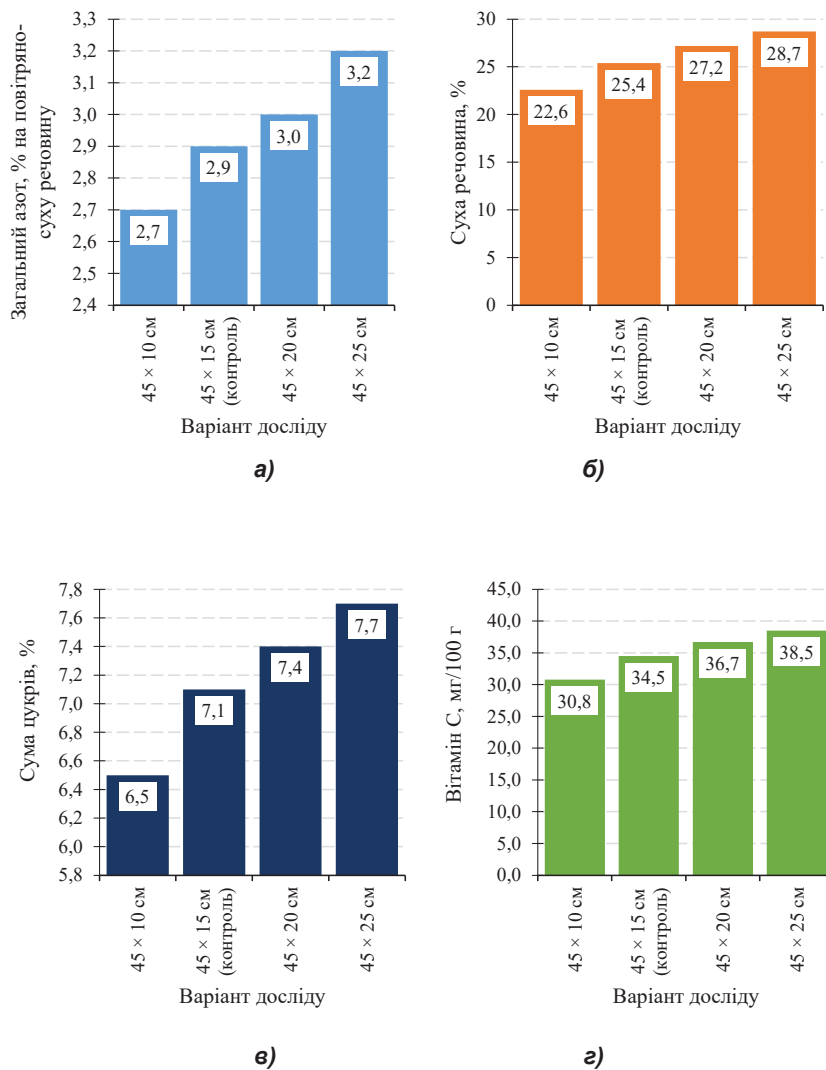


Рис. 3. Якісна оцінка свіжих бобів тетрагонолобуса: а) Загальний азот% на повітряно-суху речовину (НІР₀₅ 0,4); б) Суша речовина, % (НІР₀₅ 4,3); в) Сума цукрів, % (НІР₀₅ 0,8); г) Вітамін С, мг/100 г (НІР₀₅ 0,7) (середнє за 2016–2018 рр.)

148 тис. шт./га врожайність зростала, потім стабілізувалася, а далі почала знижуватися. Збільшення її на кожному 1 тис. шт./га у діапазоні від 89 до 148 тис. шт./га сприяло підвищенню врожайності бобів на 39,7–247,9 кг/га, тоді як у діапазоні від 148 до 222 тис. шт./га – зменшенню 5,4–33,7 кг/га.

Існує сильний обернений зв'язок між схемою розміщення рослин та загальним азотом ($r=-0,96$), сухою речовиною ($r=-0,98$), сумою цукрів ($r=-0,99$) та вітаміном С ($r=-0,99$). За результатами рівнянь регресії встановлено, що збільшення густоти рослин на кожні 50 тис. шт./га сприяє зменшенню вмісту загального азоту на 0,17%, сухої речовини на 2,24%, суми цукрів на 0,43% та вітаміну С на 2,83 мг/100 г.

Висновки. Найвища продуктивність однієї рослини була досягнута за найменшої густоти сівби (89 тис. шт./га). Зі збільшенням густоти продуктивність знижувалась, досягаючи мінімуму за 222 тис. шт./га. Незважаючи на зниження продуктивності однієї рослини з високою густотою, загальна врожайність бобів була найвищою саме з найвищою густотою рослин (222 тис. шт./га). Це свідчить про те, що збільшення кількості рослин компенсувало зниження їхньої індивідуальної продуктивності.

Оптимальна густота для досягнення високих показників вмісту загального азоту, сухої речовини, суми цукрів та вітаміну С становить 89–111 тис. шт./га. Збільшення густоти сівби понад цей діапазон призводить до значного зниження вмісту важливих компонентів, що негативно впливає на харчову цінність бобів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бобось І.М., Федосій І.О., Комар О.О. Науково-виробничі рекомендації з вирощування тетраглобуса (*Tetragonolobus purpureus* Moench.) для отримання бобів лопаток. Київ : ЦП «Компринт», 2023. 37 с.
2. Сич З.Д., Бобось І.М. Малопоширені бобові овочеві рослини: вихідний колекційний матеріал і технології вирощування : монографія. Київ: «ЦП «Компринт», 2019. 172 с.
3. Afridatul S., Syukur M., TRIKOESOEMANINGTYAS T., Maharijaya A. Agro-morphological traits and harvest period assessment of winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*) genotypes for pods production. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 2021. Vol. 22, № 2. P. 1069–1075. DOI: 10.13057/biodiv/d220264
4. Vepary R.H., Roy A., Pathak K., Deka S.C. Biochemical composition, bioactivity, processing, and food applications of winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*): A review. *Legume Science*. 2023. Vol. 5, № 3. P. e187. DOI: 10.1002/leg3.187
5. Calvindi J., Syukur M., Nurcholis W. Investigation of biochemical characters and antioxidant properties of different winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*) genotypes grown in Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 2020. Vol. 21, № 6. P. 2420–2424. DOI: 10.13057/biodiv/d210612
6. Guiguitant J., Vile D., Ghanem M.E., Wery J., Marrou H. Evaluation of pulse crops' functional diversity supporting food production. *Scientific Reports*. 2020. Vol. 10, № 1, 3416. DOI: 10.1038/s41598-020-60166-4
7. Ho W.K., Tanzi A.S., Sang F., Tsoutsoura N., Shah N., Moore C., Mayes S. A genomic toolkit for winged bean *Psophocarpus tetragonolobus*. *Nature Communications*. 2024. Vol. 15, № 1, P. 1901. DOI: 10.1038/s41467-024-45048-x
8. Khalid M. H. B., Raza M. A., Yu H.Q., Sun F. A., Zhang Y.Y., Lu F.Z., Li W. C. Effect of shade treatments on morphology, photosynthetic and chlorophyll fluorescence characteristics of soybeans (*Glycine max* L. Merr.). *Applied Ecology & Environmental Research*. 2019. Vol. 17, № 2. P. 2551–2569. DOI: 10.15666/aeer/1702_25512569
9. Mahdipour-Afra M., AghaAlikhani M., Abbasi S., Mokhtassi-Bidgoli A. Growth, yield and quality of two guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) ecotypes affected by sowing date and planting density in a semi-arid area. *Plos one*. 2021. Vol. 16, № 9. P. e0257692. DOI: 10.1371/journal.pone.0257692
10. Marwiyah S., Sutjahjo S.H., Wirnas D., Suwarno W.B. Genetic analysis and selection of short harvest period in F2 population of mungbean. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. *IOP Publishing*. 2020/ Vol. 484, № 1. P. 012006. DOI: 10.1088/1755-1315/484/1/012006
11. Mathukia R.K., Shekh M.A., Chopada M.C., Sagarka B.K. Appraisal of optimal sowing time based on heat indices and row spacing for summer guar [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.]. *Farming and Management*. 2018. Vol. 3, № 1. P. 47–51. DOI: 10.31830/2456-8724.2018.0001.8
12. Meena S., Dubey S.K. Different levels of fertilizers on growth and yield of cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) in Rainfed Area of Uttar Pradesh, India. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*. 2017. Vol. 6, № 4. P. 2029–2036. DOI: 10.20546/ijcmas.2017.604.240
13. MHERAT M., Shatnawi M., Shibli R., Qudah T., Malloh S.A., Tamadour A.Q. Clonal propagation of *Tetragonolobus palaestinus* Bioss: A Jordanian medical plant. *Acta agriculturae Slovenica*. 2022. Vol. 118, № 3. P. 1–9.
14. Pawlak K., Kotodziejczak M. The role of agriculture in ensuring food security in developing countries: Considerations in the context of the problem of sustainable food production. *Sustainability*. 2020. Vol. 12, № 13. P. 5488. DOI: 10.3390/su12135488
15. Raai M.N., Zain N.A.M., Osman N., Rejab N.A., Sahruzaini N.A., Cheng A. Effects of shading on the growth, development and yield of winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*). *Ciência Rural*. 2020. Vol. 50, № 2. P. e20190570. DOI: 10.1590/0103-8478cr20190570
16. Sibhatu K.T., Qaim M. Rural food security, subsistence agriculture, and seasonality. *PloS one*. 2017. Vol. 12, № 10. P. e0186406. DOI: 10.1371/journal.pone.0186406
17. Tanzi A.S., Eagleton, G.E., Ho, W.K., Wong Q.N., Mayes S., Massawe F. Winged bean (*Psophocarpus tetragonoloba* (L.) DC.) for food and nutritional security: synthesis of past research and future direction. *Planta*. 2019. Vol. 250. P. 911–931. DOI: 10.1007/s00425-019-03141-2
18. Tiwari B.K., Gowen A., McKenna B. Advances in pulse foods. In *Pulse Foods*. *Academic Press*. 2021. P. 1–7. DOI: 10.1016/B978-0-12-818184-3.00001-5

REFERENCES:

- Bobos, I.M., Fedosii, I.O., & Komar, O.O. (2023). Naukovo-vyrobnychi rekomendatsii z vyroshchuvannia tetragonolobusa (*Tetragonolobus purpureus* Moench.) dlia otrymannia bobiv lopatok [Scientific and production recommendations for the cultivation of tetragonolobus (*Tetragonolobus purpureus* Moench.) for the production of spatula beans]. Kyiv: TsP «Komprynt», 37 s. [in Ukrainian].
- Sych, Z.D., & Bobos, I.M. (2019). Maloposhyreni bobovi ovochevi roslyny: vykhidnyi kolektsiinyi material i tekhnologii vyroshchuvannia : monohrafiia [Less common leguminous vegetable plants: source collection material and cultivation technologies]. Kyiv: TsP «Komprynt», 172 s. [in Ukrainian].
- Afridatul, S., Syukur, M., TRIKOESOEMANINGTYAS, T., & Maharjaya, A. (2021). Agro-morphological traits and harvest period assessment of winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*) genotypes for pods production. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(2), 1069–1075. DOI: 10.13057/biodiv/d220264
- Bepary, R. H., Roy, A., Pathak, K., & Deka, S. C. (2023). Biochemical composition, bioactivity, processing, and food applications of winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*): A review. *Legume Science*, 5(3), e187. DOI: 10.1002/leg3.187
- Calvindi, J., Syukur, M., & Nurcholis, W. (2020). Investigation of biochemical characters and antioxidant properties of different winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*) genotypes grown in Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(6), 2420–2424. DOI: 10.13057/biodiv/d210612
- Guiguitant, J., Vile, D., Ghanem, M. E., Wery, J., & Marrou, H. (2020). Evaluation of pulse crops' functional diversity supporting food production. *Scientific Reports*, 10(1), 3416. DOI: 10.1038/s41598-020-60166-4
- Ho, W.K., Tanzi, A.S., Sang, F., Tsoutsoura, N., Shah, N., Moore, C., ... & Mayes, S. (2024). A genomic toolkit for winged bean *Psophocarpus tetragonolobus*. *Nature Communications*, 15(1), 1901. DOI: 10.1038/s41467-024-45048-x
- Khalid, M.H.B., Raza, M.A., Yu, H.Q., Sun, F. A., Zhang, Y.Y., Lu, F.Z., ... & Li, W.C. (2019). Effect of shade treatments on morphology, photosynthetic and chlorophyll fluorescence characteristics of soybeans (*Glycine max* L. Merr.). *Applied Ecology & Environmental Research*, 17(2), 2551–2569. DOI: 10.15666/aeer/1702_25512569
- Mahdipour-Afra, M., AghaAlikhani, M., Abbasi, S., & Mokhtassi-Bidgoli, A. (2021). Growth, yield and quality of two guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) ecotypes affected by sowing date and planting density in a semi-arid area. *Plos one*, 16(9), e0257692. DOI: 10.1371/journal.pone.0257692
- Marwiyah, S., Sutjahjo, S.H., Wirnas, D., & Suwarno, W.B. (2020, April). Genetic analysis and selection of short harvest period in F2 population of mungbean. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 484, No. 1, p. 012006). IOP Publishing. DOI: 10.1088/1755-1315/484/1/012006
- Mathukia, R.K., Shekh, M.A., Chopada, M.C., & Sagarka, B.K. (2018). Appraisal of optimal sowing time based on heat indices and row spacing for summer guar [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.]. *Farming and Management*, 3(1), 47–51. DOI: 10.31830/2456-8724.2018.0001.8
- Meena, S., & Dubey, S.K. (2017). Different levels of fertilizers on growth and yield of cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) in Rainfed Area of Uttar Pradesh, India. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 6(4), 2029–2036. DOI: 10.20546/ijcmas.2017.604.240
- MHERAT, M., Shatnawi, M., Shibli, R., Qudah, T., Malloh, S. A., & Tamadour, A. Q. (2022). Clonal propagation of *Tetragonolobus palaestinus* Bioss: A Jordanian medical plant. *Acta agriculturae Slovenica*, 118(3), 1–9.
- Pawlak, K., & Kołodziejczak, M. (2020). The role of agriculture in ensuring food security in developing countries: Considerations in the context of the problem of sustainable food production. *Sustainability*, 12(13), 5488. DOI: 10.3390/su12135488
- Raai, M.N., Zain, N.A.M., Osman, N., Rejab, N. A., Sahruzaini, N.A., & Cheng, A. (2020). Effects of shading on the growth, development and yield of winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*). *Ciência Rural*, 50(2), e20190570. DOI: 10.1590/0103-8478cr20190570
- Sibhatu, K.T., & Qaim, M. (2017). Rural food security, subsistence agriculture, and seasonality. *PloS one*, 12(10), e0186406. DOI: 10.1371/journal.pone.0186406
- Tanzi, A.S., Eagleton, G.E., Ho, W.K., Wong, Q.N., Mayes, S., & Massawe, F. (2019). Winged bean (*Psophocarpus tetragonoloba* (L.) DC.) for food and nutritional security: Synthesis of past research and future direction. *Planta*, 250, 911–931. DOI: 10.1007/s00425-019-03141-2
- Tiwari, B.K., Gowen, A., & McKenna, B. (2021). Advances in pulse foods. In *Pulse Foods* (pp. 1-7). Academic Press. DOI: 10.1016/B978-0-12-818184-3.00001-5

**Бобось І.М., Комар О.О., Іваницька А.П.
Оптимізація густоти рослин тетрагнолобуса пурпурового (*Tetragonolobus purpureus* Moench.)**

Мета. Визначити оптимальну густоту посіву тетрагнолобуса для досягнення максимальної продуктивності та покращення якості продукції.

Методи. Дослідження проводилось за допомогою комплексу методів, що включали польові експерименти, лабораторні дослідження та статистичний аналіз даних.

Результати. Дослідження показало, що густота посіву мала значний вплив на продуктивність та якість тетрагнолобуса. За найнижчої густоти посіву (89 тис. шт./га) була досягнута найвища продуктивність рослин (43,9 г). Зі збільшенням густоти продуктивність знижувалася. Найбільш ефективною виявилася схема посіву 45 x 10 см, яка забезпечила максимальну врожайність бобів-лопаток (6,2 т/га), перевищивши контроль на 6,9%. Збільшення відстані між рослинами в рядку призвело до зниження врожайності, особливо при схемі сівби 45 x 20 см та 45 x 25 см, де врожайність була на 22,4–44,2% нижчою порівняно з контролем. Схема посіву 45 x 25 см забезпечила найвищий вміст загального азоту в бобах (3,2%). Зі збільшенням густоти посіву цей показник знижувався, досягнувши мінімуму (2,7%) при густоті 45 x 10 см. Густота посіву 89 та 111 тис. шт./га забезпечила високий вміст сухої речовини, перевищивши контроль на 1,8–3,3%. Натомість, при густоті 222 тис. шт./га вміст сухої речовини був найнижчим, на 2,8% нижчим за контрольний показник. Високий вміст суми цукрів (7,4–7,7%) спостерігався при густоті посіву 89 та 111 тис. шт./га. Зі збільшенням гус-

тоти вміст цукрів знижувався. Максимальний вміст вітаміну С (38,5 мг/100 г) виявлено за густоти 89 тис. шт./га, а мінімальний (30,8 мг/100 г) – за 222 тис. шт./га.

Виявлено чіткий негативний зв'язок між густиною посіву та продуктивністю однієї рослини ($r=-0,98$). Врожайність спочатку зростала зі збільшенням густоти, але потім починала знижуватися. Вміст загального азоту, сухої речовини, суми цукрів та вітаміну С також знижувався зі збільшенням густоти посіву (кореляційні коефіцієнти від -0,96 до -0,99).

Висновки. Найвища врожайність бобів тетрагонолобуса була досягнута при схемі розміщення рослин 45x10 см, що відповідає 222 тис. шт./га. Саме при густоті посіву 89-111 тис. шт./га в бобах накопичується максимальна кількість біологічно активних речовин. Існує негативний кореляційний зв'язок між густиною посіву та продуктивністю однієї рослини. Виявлено криволінійну залежність між густиною посіву тетрагонолобуса та врожайністю бобів. Зі збільшенням густоти посіву врожайність бобів спочатку зростає, потім досягає максимуму і починає знижуватися. Збільшення кількості рослин на одиницю площі негативно впливає на біохімічні показники бобів.

Ключові слова: тетрагонолобус, густина посіву, врожайність, азот, суха речовина, цукри, вітамін С.

Bobos I.M., Komar O.O., Ivanytska A.P. Optimisation of plant density of tetragonolobus purpureus (Tetragonolobus purpureus Moench.)

Objective. To determine the optimal sowing density of tetragonolobus to achieve maximum productivity and improve product quality.

Methods. The study was conducted using a set of methods, including field experiments, laboratory studies and statistical analysis of data.

Results. The study showed that the sowing density had a significant impact on the productivity and quality of tetragonolobus. At the lowest sowing density (89 thousand units/ha), the highest plant productivity (43.9 g) was achieved. With increasing density, productivity decreased.

The most effective was the sowing scheme of 45 x 10 cm, which provided the maximum yield of spade beans (6.2 t/ha), exceeding the control by 6.9%. Increasing the distance between plants in the row led to a decrease in yield, especially with the 45 x 20 cm and 45 x 25 cm sowing scheme, where the yield was 22.4-44.2% lower compared to the control. The 45 x 25 cm sowing scheme provided the highest content of total nitrogen in the beans (3.2%). With increasing sowing density, this indicator decreased, reaching a minimum (2.7%) at a density of 45 x 10 cm. Sowing density of 89 and 111 thousand units/ha provided a high dry matter content, exceeding the control by 1.8-3.3%. At the same time, at a density of 222 thousand units/ha, the dry matter content was the lowest, 2.8% lower than the control. The high content of total sugars (7.4-7.7%) was observed at a sowing density of 89 and 111 thousand units/ha. With increasing density, the sugar content decreased. The maximum content of vitamin C (38.5 mg/100 g) was found at a density of 89 thousand units/ha, and the minimum (30.8 mg/100 g) – at 222 thousand units/ha.

A clear negative relationship between sowing density and productivity of one plant was found ($r=-0,98$). The yield initially increased with increasing density, but then began to decline. The content of total nitrogen, dry matter, total sugars and vitamin C also decreased with increasing sowing density (correlation coefficients from -0.96 to -0.99).

Conclusions. The highest yield of tetragonolobus beans was achieved with a planting pattern of 45 x 10 cm, which corresponds to 222 thousand units/ha. It is at a sowing density of 89-111 thousand units/ha that the maximum amount of biologically active substances accumulates in the beans. There is a negative correlation between sowing density and productivity of one plant. A curvilinear relationship between the density of sowing of tetragonolobus and bean yield was found. With increasing sowing density, bean yield first increases, then reaches a maximum and begins to decline. Increasing the number of plants per unit area negatively affects the biochemical parameters of beans.

Key words: tetragonolobus, sowing density, yield, nitrogen, dry matter, sugars, vitamin C.