

АРХІТЕКТОНІКА КОРЕНЕВОЇ СИСТЕМИ ДВОПРОВІДНИКОВИХ САДЖАНЦІВ ЯБЛУНІ ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБУ СТВОРЕННЯ ПРОВІДНИКІВ І РОЗМІЩЕННЯ У РЯДУ

ПОЛУНІНА О.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-6618-2789

Уманський національний університет садівництва

ЧАПЛОУЦЬКИЙ А.М. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0003-4173-0168

Уманський національний університет садівництва

Постановка проблеми. У сучасному промисловому плодівництві переважає модель саду з ущільненим розміщенням дерев веретеноподібної форми крони на слаброслій вегетативно-розмножуваній підщепі [1, 2]. Водночас закладання ущільнених садів потребує значних інвестицій, кваліфікованого формування та обрізування дерев, а також регулювання навантаження врожаєм [3]. Відомо, що на родючих ґрунтах формування веретеноподібної крони призводить до збільшення сили росту у верхній частині дерева та зменшення рівня освітленості – в нижній [4].

На протипагу капіталомістким ущільненим насадженням італійськими виробниками запропоновано U-подібну двопровідникову площинну конструкцію саду [5], що досягається закладанням саджанцями Бі-баум (Vibaum®). Садивний матеріал такого типу має два однакові провідники з трьома-чотирма короткими (до 20 см) гілками, що закінчуються генеративними бруньками [6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Формування кількох розвинених провідників сприяє зниженню висоти дерев і формуванню більшої кількості генеративних утворень. Однією з основних переваг двопровідникової форми крони є її придатність до створення вузької плодової стіни, що передбачає зменшення ширини міжрядь до 2,8 м та збільшення кількості провідників до шести тисяч на гектарі [7].

Площинна форма крони дозволяє механізувати процеси обрізування і проріджування цвіту [8, 9], а також впроваджувати технології систем комп'ютерного зору для оцінки стану насаджень та роботизованого збирання врожаю [10]. За рахунок зниження висоти дерев не пошкоджується протиградова сітка, полегшується ручне обрізування та збирання плодів. Зникає потреба у застосуванні платформ [11].

На основі проведених досліджень Stefano Musacchi (США) вказує на наступні переваги двопровідникової форми крони: полегшений контроль за ростовими процесами в результаті особливого розподілу гіберелінів; кращий рівень освітленості плодової стіни; однаковість плодів за розміром і забарвленням у всіх частинах крони; значне зростання продуктивності насаджень [8].

Група новозеландський дослідників на чолі з В. М. Van Nooijdonk стверджує, що садивний матеріал яблуні з двома провідниками нарощує на 35% більшу суху фітомасу як надземної частини, так і кореневої системи, порівняно зі звичайними однопровідниковими

саджанцями [12]. Це сприяє швидшому розвитку та формуванню крони після висаджування у саду [13].

Параметри кореневої системи є важливим показником якості садивного матеріалу плодкових культур і яблуні, зокрема. Добре розвинена коренева система сприяє кращому приживленню саджанців після висаджування у сад [14]. Аналізуючи наведені дані, можна припустити, що закладання насаджень двопровідниковими саджанцями яблуні на вегетативній підщепі є досить перспективним методом інтенсифікації у сучасному садівництві. Таким чином, для успішного впровадження двопровідникової форми крони, необхідно оптимізувати елементи технології вирощування відповідного садивного матеріалу з оптимальними параметрами кореневої системи, що і визначає актуальність проведення спеціальних досліджень.

Метою досліджень було визначення впливу способу створення провідників і щільності розміщення у ряду на кореневу систему двопровідникових саджанців яблуні сорту 'Флоріна' на підщепі 54-118.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження виконували в плодovому розсаднику НВУ Уманського НУС протягом 2016–2018 рр.

Створення двох провідників забезпечували окуліруванням: однією брунькою з наступним пінцируванням пагона за досягнення довжини 10 см (контроль); однією брунькою з наступним пінцируванням пагона за досягнення довжини 20 см; двома бруньками супротивно; двома бруньками почергово зі зміщенням їх одна відносно одної на 5 см на осі підщепи. Підщепу 54-118 у першому полі розсадника висаджували за схемами: 1,5 x 0,33 м (щільність розміщення 6 шт./2 м), 1,5 x 0,45 м (5 шт./2 м), 1,5 x 0,55 м (4 шт./2 м), 1,5 x 0,65 м (3 шт./2 м).

Повторність досліду чотириразова. Варіанти розміщували методом рендомізованих повторень із 25 рослинами на обліковій ділянці (100 рослин у варіанті). Операції садіння, догляду за рослинами та обліки виконували згідно загальноприйнятої для зони технології [14] та методики [15].

Кореневу систему вивчали, розкопуючи в радіусі 50 см від штамба саджанця до глибини 60 см. Вибрані корені відмивали та висушували. Визначали кількість і довжину коренів кожного порядку.

Статистичну обробку даних проведено двофакторним дисперсійним, кореляційним і регресійним аналізами. Усереднені по роках дані обраховували методом трифакторного дисперсійного аналізу з використанням

найменшої істотної різниці для всього досліду [16]. Статистичний аналіз даних проводили з використанням пакету Statistica 6.1 (StatSoft Inc.).

Результати досліджень. Довжина коренів саджанців взаємопов'язана з основними біометричними показниками надземної частини. Встановлено, що довжина коренів двопровідникового садивного матеріалу яблуні зменшувалась зі зростанням довжини обох провідників ($r = -0,68 \pm 0,23$) та загальної листової поверхні ($r = -0,90 \pm 0,12$).

Сумарна довжина коренів досліджуваних саджанців знаходилась у межах 19,1–27,1 м (табл. 1). В однорічних двопровідникових саджанців яблуні на підщепі 54-118 відмічено формування розгалуженої кореневої системи з коренями чотирьох порядків.

Сумарна довжина коренів першого порядку варіювала в межах 10,4–14,5 м та становила 53–56 % від загальної довжини всіх коренів. Корені другого порядку, частка яких складала 36–38 %, мали довжину 7,0–10,0 м.

Довжина коренів третього порядку знаходилась в межах 1,4–2,3 м (7–8 %). А сумарна довжина коренів четвертого порядку зафіксована в межах 0,3–0,4 м, що становило лише 1 % від загальної довжини коренів усіх порядків (див. табл. 1).

У двопровідникових саджанців із традиційного окулірування однією брунькою з пінцируванням пагона довжиною 10 см та розміщенням у ряду через 33 см сумарна довжина коренів становила 22,1 см. Істотне зростання значення показника на 16–23 % відмічено лише у варіантах із окуліруванням однією брунькою та розміщенням рослин у ряду через 55 і 65 см. За розміщення у ряду через 33 см створення провідників окуліруванням двома бруньками супротивно та почергово зумовило істотне зменшення сумарної довжини коренів на 14 і 12 %, відповідно. Саджанці із окуліруванням однією брунькою формували на 5–15 % більшу довжину коренів у порівнянні із окуліруванням двома бруньками.

Таблиця 1

Довжина коренів двопровідникових саджанців яблуні залежно від способу створення провідників і розміщення у ряду (2017–2018 р.), м

| Спосіб створення провідників окуліруванням | Розміщення у ряду | I порядок | II порядок | III порядок | IV порядок | Всього |
|---|------------------------------|-----------|------------|-------------|------------|--------|
| Однією брунькою з пінцируванням на висоті 10 см | $\frac{33}{6}$ (контроль) | 11,9 | 8,3 | 1,6 | 0,26 | 22,1 |
| | $\frac{45}{5}$ | 12,5 | 8,7 | 1,8 | 0,28 | 23,3 |
| | $\frac{55}{4}$ | 14,4 | 10,0 | 2,2 | 0,32 | 26,9 |
| | $\frac{65}{3}$ | 14,5 | 10,0 | 2,3 | 0,32 | 27,1 |
| Однією брунькою з пінцируванням на висоті 20 см | $\frac{33}{6}$ | 11,2 | 8,1 | 1,6 | 0,27 | 21,2 |
| | $\frac{45}{5}$ | 12,1 | 8,3 | 1,8 | 0,29 | 22,5 |
| | $\frac{55}{4}$ | 14,2 | 9,5 | 1,9 | 0,35 | 25,9 |
| | $\frac{65}{3}$ | 13,8 | 9,5 | 2,0 | 0,36 | 25,7 |
| Двома бруньками супротивно | $\frac{33}{6}$ | 10,4 | 7,0 | 1,4 | 0,25 | 19,1 |
| | $\frac{45}{5}$ | 11,3 | 7,7 | 1,6 | 0,28 | 20,9 |
| | $\frac{55}{4}$ | 13,1 | 8,4 | 1,7 | 0,34 | 23,5 |
| | $\frac{65}{3}$ | 12,9 | 8,3 | 1,7 | 0,33 | 23,2 |
| Двома бруньками почергово | $\frac{33}{6}$ | 10,7 | 7,1 | 1,5 | 0,26 | 19,6 |
| | $\frac{45}{5}$ | 11,6 | 7,9 | 1,6 | 0,30 | 21,4 |
| | $\frac{55}{4}$ | 13,0 | 8,6 | 1,8 | 0,34 | 23,7 |
| | $\frac{65}{3}$ | 12,8 | 8,5 | 1,8 | 0,33 | 23,4 |
| <i>HIP</i> ₀₅ | | 1,2 | 0,8 | 0,2 | 0,02 | 2,1 |

Примітка*. Над рискою – відстань у ряду (см), під рискою – щільність розміщення (шт./2 м).

Згідно з усередненими результатами досліджень (рис. 1), погодні умови 2018 року сприяли розвитку на 25 % більшої сумарної довжини коренів, порівняно з показником 2017 року (20,5 м).

Збільшення висоти пінцирування пагона прищепленого сорту до 20 см у саджанців із окуліруванням однією брунькою спричинило лише неістотне зменшення сумарної довжини коренів на 4 % у порівнянні з контролем

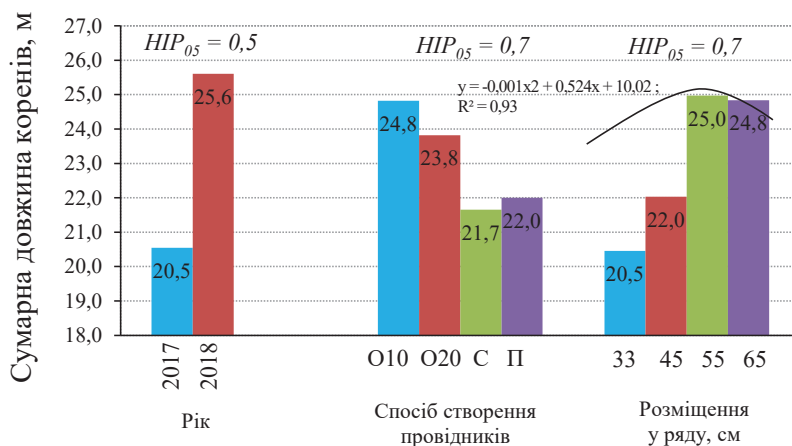


Рис. 1. Залежність сумарної довжини коренів двопробіркових саджанців яблуні від досліджуваних факторів: O10 – окулірування однією брунькою з пінцируванням на висоті 10 см; O20 – окулірування однією брунькою з пінцируванням на висоті 20 см; C – окулірування двома бруньками супротивно; П – окулірування двома бруньками почергово.

(24,8 м). Супротивне та почергове окулірування двома бруньками зумовило зниження значення показника на 14 і 13 %, відповідно. Тенденцію до зменшення довжини кореневої системи можна обґрунтувати оберненою залежністю із висотою саджанців ($r = -0,62 \pm 0,19$), що переважала у варіантах із збільшенням висоти пінцирування до 20 см та окуліруванням двома бруньками.

Щодо оптимізації розміщення, то збільшення відстані між саджанцями у ряду сприяло зростанню сумарної довжини коренів з максимумом (25,0 м) за відстані між рослинами 55 см. Розміщення саджанців у ряду через 45 см сприяло збільшенню значення показника на 7 %, а через 55 і 65 см – на 22 та 21 %, відповідно.

Висновки. Отже, вирощування двопробіркових саджанців із окулірування однією брунькою з пінцируванням пагона та розміщення у ряду через 55 і 65 см забезпечує збільшення сумарної довжини коренів на 16–23 %. Слід зазначити, що сумарна довжина кореневої системи обернено корелює із показниками надземної частини. Тому, за вирощування двопробіркових саджанців необхідно досягти балансу між формуванням габітусу та кореневої системи з оптимальними параметрами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Widmer A., Krebs C. Influence of planting density and tree form on yield and fruit quality of Golden Delicious and Royal Gala apples. *VII International Symposium on Orchard and Plantation Systems*. 2000. Vol. 557. P. 235–242.
- Evans K. Achieving sustainable cultivation of apples. Burleigh Dodds Science Publishing Limited. 2017. P. 591.
- Robinson T. Crop load management of new high-density apple orchards. *New York Fruit Quarterly*. 2008. Vol. 16. № 2. P. 3–7.
- Musacchi S., Serra S. Apple fruit quality: Overview on pre-harvest factors. *Scientia Horticulturae*. 2018. Vol. 234, P. 409–430.
- U.S. Patent. Method for producing propagating material to be used in tree cultivations of double-trunk type / Leis M., Mazzola C. No. 8,186,099; publ. 29.05.2012. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Полуніна О. В., Майборода В. П. Параметри сортування однорічних двопробіркових саджанців яблуні на слаборослій клоновій підщепі. *Матер. III Міжнар. наук. інтернет-конф. «Інновації в садівництві»*. (м. Умань, 22 березня 2019). Умань, 2019. С. 10–12.
- Ma X., Ma D., Shi J., Han M., Yang W., and Zhang D. Effect of bi-axis Bibaum tree shape on growth and bearing of young apple tree on dwarf rootstock. *Acta Horticulturae Sinica*. 2020. Vol. 47. № 3, P. 541.
- Musacchi S. BIBAUM®: a new training system for pear orchards. *X International Pear Symposium*. 2007. Vol. 800, P. 763–769.
- Dorigoni A., and Micheli F. Possibilities for multi-leader trees. *European Fruit Magazine*. 2014. № 02, P. 18–20.
- Mavridou E., Vrochidou E., Papakostas G. A., Pachidis T., Kaburlasos V. G. Machine Vision Systems in Precision Agriculture for Crop Farming. *Journal of Imaging*. 2019. Vol. 5(12). P. 89. DOI: 10.3390/jimaging5120089
- Dorigoni A. Innovative fruit tree architecture as a nexus to improve sustainability in orchards. *Acta Horticulturae*. 2016. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1137.1
- Van Hooijdonk B. M., Tustin D. S., Dayatilake D., Oliver M. Nursery tree design modifies annual dry matter

- production of newly grafted Royal Gala apple trees. *Scientia Horticulturae*. 2015. Vol. 197. P. 404–410.
13. Musacchi S., Serra S. Apple fruit quality: Overview on pre-harvest factors. *Scientia Horticulturae*, 2018. Vol. 234, P. 409–430.
 14. Rogers W. S., Booth G. A. The roots of fruit trees. *Scientific Horticulture*. 1960. № 14, P. 27–34.
 15. Типові технологічні карти вирощування садивного матеріалу плодкових та ягідних культур / За ред. М. О. Єрмакова. Київ: Інститут аграрної економіки УААН, 2007. 70 с.
 16. Кондратенко П. В., Бублик М. О. Методика проведення польових досліджень з плодовими культурами. Київ: Аграрна наука. 95 с.
 17. Ott R. L., Longnecker M. T. An introduction to statistical methods and data analysis. Nelson Education. 2015. P. 235.
 13. Musacchi S., & Serra S. (2018). Apple fruit quality: Overview on pre-harvest factors. *Scientia Horticulturae*, 234, 409–430.
 14. Rogers W. S., & Booth G. A. (1960) The roots of fruit trees. *Scientific Horticulture*, 14, 27–34.
 15. Ermakov M. O. (2007) Типові технологічні карти вирощування садивного матеріалу плодových та yahidnykh kultur [Typical technological maps of growing fruit and berry planting material]. Kyiv: Institute of Agrarian Economics, UAAS. [in Ukrainian].
 16. Kondratenko P. V., Bublik M. O. (1996) Metodyka provedennia polovykh doslidzhen z plodovymy kulturamy [Methodology for conducting field experiments with fruit crops]. Kyiv: Agrarian science. [in Ukrainian].
 17. Ott R. L., Longnecker M. T. (2015) An introduction to statistical methods and data analysis. Nelson Education, 235.

REFERENCES:

1. Widmer A., & Krebs C. (2000). Influence of planting density and tree form on yield and fruit quality of Golden Delicious and Royal Gala apples. *VII International Symposium on Orchard and Plantation Systems*, 557, 235–242.
 2. Evans K. (2017). Achieving sustainable cultivation of apples. Burleigh Dodds Science Publishing Limited, 591.
 3. Robinson T. (2008). Crop load management of new high-density apple orchards. *New York Fruit Quarterly*, 16(2), 3–7.
 4. Musacchi S., & Serra S. (2018). Apple fruit quality: Overview on pre-harvest factors. *Scientia Horticulturae*, 234, 409–430.
 5. Leis M., Mazzola C. (2012). Method for producing propagating material to be used in tree cultivations of double-trunk type. U.S. Patent. No. 8,186,099. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
 6. Polunina O. V., & Maiboroda V. P. (2019). Parametry sortuvannia odnorichnykh dvoprovodnykovykh sadzhantsiv yabluni na slaboroslii klonovii pidshchepi [The parameters of sorting one-year-old bi-axis young apple trees on a weakly growing clonal rootstock]. *Mat. III All-Ukrainian Scien. Internet Conf. "Innovation in Horticulture"*, Uman, 10–12. [in Ukrainian].
 7. Ma X., Ma D., Shi J., Han M., Yang W., & Zhang D. (2020). Effect of bi-axis Bibaum tree shape on growth and bearing of young apple tree on dwarf rootstock. *Acta Horticulturae Sinica*, 47(3), 541.
 8. Musacchi S. (2007). BIBAUM®: a new training system for pear orchards. *X International Pear Symposium*, 800, 763–769.
 9. Dorigoni A., & Micheli F. (2014). Possibilities for multi-leader trees. *European Fruit Magazine*, 2, 18–20.
 10. Mavridou E., Vrochidou E., Papakostas G. A., Pachidis T., & Kaburlasos V. G. (2019). Machine Vision Systems in Precision Agriculture for Crop Farming. *Journal of Imaging*, 5(12), 89. DOI: 10.3390/jimaging5120089
 11. Dorigoni A. (2016). Innovative fruit tree architecture as a nexus to improve sustainability in orchards. *Acta Horticulturae*. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1137.1
 12. Van Hooijdonk B. M., Tustin D. S., Dayatilake D., & Oliver M. (2015). Nursery tree design modifies annual dry matter production of newly grafted Royal Gala apple trees. *Scientia Horticulturae*, 2015, 197, 404–410.
 13. Musacchi S., & Serra S. (2018). Apple fruit quality: Overview on pre-harvest factors. *Scientia Horticulturae*, 234, 409–430.
 14. Rogers W. S., & Booth G. A. (1960) The roots of fruit trees. *Scientific Horticulture*, 14, 27–34.
 15. Ermakov M. O. (2007) Типові технологічні карти вирощування садивного матеріалу плодových та yahidnykh kultur [Typical technological maps of growing fruit and berry planting material]. Kyiv: Institute of Agrarian Economics, UAAS. [in Ukrainian].
 16. Kondratenko P. V., Bublik M. O. (1996) Metodyka provedennia polovykh doslidzhen z plodovymy kulturamy [Methodology for conducting field experiments with fruit crops]. Kyiv: Agrarian science. [in Ukrainian].
 17. Ott R. L., Longnecker M. T. (2015) An introduction to statistical methods and data analysis. Nelson Education, 235.
- Полуніна О.В., Чаплюцький А.М. Архітектоніка кореневої системи двопровідникових саджанців яблуні залежно від способу створення провідників і розміщення у ряду**
- Закладання насаджень яблуні двопровідниковими саджанцями на вегетативній підщепі є досить перспективним методом інтенсифікації у сучасному садівництві. Важливим показником якості садивного матеріалу плодкових культур і яблуні, зокрема, є параметри кореневої системи. Добре розвинена коренева система сприяє кращому приживленню саджанців після висаджування у сад.
- Метою досліджень було визначення впливу способу створення провідників і щільності розміщення у ряду на кореневу систему двопровідникових саджанців яблуні сорту 'Флоріна' на підщепі 54-118. Дослідження виконували в плодovому розсаднику НВВ Уманського НУС протягом 2016–2018 рр. Створення двох провідників забезпечували окуліруванням: однією брунькою з наступним пінцируванням пагона за досягнення довжини 10 см (контроль); однією брунькою з наступним пінцируванням пагона за досягнення довжини 20 см; двома бруньками супротивно; двома бруньками почергово зі зміщенням їх одна відносно одної на 5 см на осі підщепи. Підщепу 54-118 у першому полі розсадника висаджували за схемами: 1,5 x 0,33 м (щільність розміщення 6 шт./2 м), 1,5 x 0,45 м (5 шт./2 м), 1,5 x 0,55 м (4 шт./2 м), 1,5 x 0,65 м (3 шт./2 м).
- В одnorічних двопровідникових саджанців яблуні на підщепі 54-118 відмічено формування розгалуженої кореневої системи з коренями чотирьох порядків. Сумарна довжина коренів досліджуваних саджанців знаходилась у межах 19,1–27,1 м. Встановлено, що створення провідників окуліруванням однією брунькою з наступним пінцируванням пагона та збільшення відстані між рослинами у ряду до 55 і 65 см сприяло істотному збільшенню сумарної довжини коренів на 16–23 %. Відмічено, що сумарна довжина кореневої системи обернено корелювала із показниками надземної частини. Тому, за вирощування двопровідникових саджанців необхідно досягти балансу між формуванням габітусу та кореневої системи з оптимальними параметрами.
- Ключові слова:** Бі-баум, сумарна довжина коренів, окулірування, 'Флоріна', 54-118.

Polunina O.V., Chaploutskyi A.M. Architectonics of a root system of young bi-axis apple trees depending on the formation of axes and their placement in the row

To plant apple orchards with the use of the young bi-axis apple trees on vegetative rootstock is quite a promising intensification technique of contemporary horticulture. The parameters of the root system are the important indicator of the quality of the planting material of fruit crops and an apple tree in particular. A well-developed root system enables a better rooting of the young apple trees when planted in the orchard.

The purpose of the research was to identify the effect of the technique of the axis formation and placement density in the row on the root system of the young bi-axis apple trees, cultivar "Florina", on rootstock 54-118. The research was carried out in the fruit nursery of Uman National University of Horticulture (Uman NUH) in the years of 2016-2018. The formation of two axes ensured budding with: one bud with further pinching of the shoot until it becomes 10 cm long (the control); one bud with further pinching of the shoot until it becomes 20 cm long; two buds opposite each other; two buds alter-

nately with the displacement of one relative to another at 5 cm on the rootstock axis. In the first field of the nursery, rootstock 54-118 was planted using the following schemes: 1.5 x 0.33 m (placement density 6 pcs./2 m), 1.5 x 0.45 m (5 pcs./2 m), 1.5 x 0.55 m (4 pcs./2 m), 1.5 x 0.65 m (3 pcs./2 m).

The formation of a ramified root system with the roots of four orders was recorded in the one-year old bi-axis apple trees on rootstock 54-118. The total root length of the studied young apple trees ranged within 19.1–27.1 m. It was found out that the formation of axes by means of budding with one bud and further pinching of the shoot as well as extending the distance between plants in the row up to 55 and 65 cm led to a serious increase in the total length of the roots by 16–23 %. It was noted that the total root system length had a reverse correlation with the indicators of the aboveground part. Which is why, when young bi-axis apple trees are grown it is necessary to reach the balance between the formation of habitus and the root system with the optimal parameters.

Key words: Bibaum®, total length of the roots, budding, 'Florina', 54-118.