



original article | UDC 631.331:633.63 | doi: 10.31210/visnyk2019.04.32

## THE INFLUENCE OF BEET ROOT PLANTING QUALITY ON THE YIELD OF SUGAR BEET SEEDS

**H. O. Lapenko,**

OCID ID: [0000-0003-1435-5307](https://orcid.org/0000-0003-1435-5307), E-mail: [grygorii.lapenko@pdaa.edu.ua](mailto:grygorii.lapenko@pdaa.edu.ua),

**T. H. Lapenko,**

ORCID ID: [0000-0001-8055-6698](https://orcid.org/0000-0001-8055-6698), E-mail: [taras.lapenko@pdaa.edu.ua](mailto:taras.lapenko@pdaa.edu.ua),

**M. V. Marenich,**

E-mail: [mukolamarenich20@gmail.com](mailto:mukolamarenich20@gmail.com),

**O. I. Kuzmenko,**

E-mail: [kyzjmalexa@gmail.com](mailto:kyzjmalexa@gmail.com),

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

*Planting sugar beet stecklings with planting machine is one of the stages in the technological process of producing elite seeds. The analysis of the experience of using planting units for planting stecklings showed a number of disadvantages: poor quality of planting stecklings without spacing stability and the absence of parameter control; unregulated applying nutrients and granules of water preservation to the roots, which negatively affect the development of plants. The aggregate having openers of the planting device has been designed, where the system of supplying the spray of nutrients and growth stimulator is envisaged. The technological process is conducted in the following way: during the movement of equilateral triangles of the planting cones mechanism the root is planted in the soil. To eliminate the drawbacks while planting stecklings, the openers of the planting device for the roots having the diameter of 50–120 mm were designed. Owing to them free falling roots in the soil is ensured and their lifting together with the cone to the soil surface is prevented. The research has shown that root plant spacing depends on the angular and forward velocities of the device. The draft resistance of furrow openers and soil compaction depend on the furrow width and depth and the distance between the axes of quadrangles and the unit of rear compaction wheels. Improving the planter, taking into account biological peculiarities of plant development, meeting the requirements of energy saving and economic expediency was proved. The technological parameters of the aggregate and the expediency of planting sugar beet roots for seeds with the following spacing have been substantiated: 40–70 cm and 50–60 cm. The rotational planting unit with planting cones for ensuring the quality of planting sugar beet stecklings has been adopted. It has been confirmed by the research, that plant spacing of roots is regulated by changing angular and forward velocities of the unit, which is envisaged by: - changing the star with different number of tines on the reducing gear of drive shaft; - changing forward (operating) velocity of tractor. The results of the research can be used while modernizing the existing and designing new planting machines for planting sugar beet stecklings to obtain elite seeds in agro – industrial complex of Ukraine.*

**Key words:** planter, the opener, parameters of the aggregate, plant spacing, root crops.

## ВПЛИВ ЯКОСТІ САДІННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ НАСІННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

**Г. О. Лапенко, Т. Г. Лапенко, М. В. Маренич, О. І. Кузьменко,**

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

*У технологічному процесі виробництва елітного насіння є посадка маточних коренеплодів цукрового буряка висадко-саджальною машиною. Аналіз досвіду використання висадко-саджальних агре-*

гатів для висадки маточників цукрового буряку показав низку недоліків. Важливими з яких є низька якість висаджування маточників та відсутність можливості змінювати крок садіння залежно від розмірів коренеплодів та агрокліматичних умов вирощування. У Полтавській державній аграрній академії розроблена висадко-саджальна машина, з ротаційними апаратами, яка забезпечує садіння коренеплодів з кроком від 0,35 до 0,7 м. Проведенні дослідження дали можливість запропонувати оригінальний розкривач, який звів до мінімуму кількість пошкоджених коренеплодів у процесі садіння і підвищив якість садіння відповідно до агротехнічних вимог, для коренеплодів діаметром від 50 до 120 мм. Технологічний процес здійснюється так: при русі рівносторонніх трикутників механізму садильних конусів змінюється швидкість за допомогою зірочки на редукторі висадко-саджальної машини, а розкривач забезпечує переведення коренеплодів у ґрунт та виключає їх підйом разом з конусом на поверхню поля. Для виключення пошкодження головки коренеплоду розкривач виконаний у вигляді ввігнутої напівсфери зі вставкою з пористої гуми, тому він охоплює головку коренеплоду і утримує його в конусі. Вибір оптимального кроку садіння та забезпечення якості садіння призведе до збільшення врожайності насіння цукрового буряку та зменшення його собівартості. Оптимальною схемою садіння маточних коренеплодів в умовах Полтавської області є схема 0,7×0,5 м, яка забезпечує збільшення врожаю на 5,4 ц/га порівняно з класичною схемою 0,7×0,7 м. Покращення показників садіння маточних коренеплодів цукрового буряку, враховуючи розміри самих коренеплодів та кроку садіння, є перспективним напрямом збільшення врожайності насіння цукрових буряків. Результати дослідження можуть бути використані при модернізації існуючих та розробці нових висадко-саджальних машин для посадки маточників цукрового буряку.

**Ключові слова:** висадко-саджальний агрегат, розкривач, параметри агрегату, крок садіння, коренеплод.

### ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ПОСАДКИ КОРНЕПЛОДОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕМЯН САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

*Г. А. Лапенко, Т. Г. Лапенко, Н. В. Маренич, А. И. Кузьменко,*  
Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

*Анализ работы существующих высадкопосадочных машин показал ряд недостатков, в том числе низкое качество посадки, повреждаемость головки корнеплода, отсутствие возможности регулировки шага посадки в зависимости от размеров корнеплодов и агроклиматических условий выращивания семян сахарной свеклы. Разработанная в Полтавской государственной аграрной академии высадкопосадочная машина ВПП – 4М с оригинальным раскрывателем посадочного конуса обеспечивает посадку корнеплодов с шагом от 0,35 до 0,70 м, снижает процент повреждённых корнеплодов до минимума, обеспечивает высокое качество посадки в соответствии с агротехническими требованиями и в конечном счёте повышает урожайность семян сахарной свеклы.*

**Ключевые слова:** высадкопосадочный агрегат, раскрыватель, параметры агрегата, шаг посадки, корнеплод.

#### Вступ

Питання виробництва високоякісної екологічно безпечної продукції за енергоощадними технологіями є стратегічним для економіки провідних країн Світу, зокрема України.

Забезпечення агропідприємств України якісним вітчизняним насінням цукрового буряку є важливим фактором збільшення виробництва цукру та зменшення його собівартості [3, 8, 9].

Однією з трудомістких операцій у технологічному процесі виробництва насіння цукрових буряків є садіння маточних коренеплодів [5, 13, 23]. Наявні висадко-садильні машини мають низку недоліків: низька продуктивність, великі енергозатрати, неможливість змінювати відстань між коренеплодами в рядку залежно від їхніх розмірів та агрокліматичних умов вирощування [18].

Підвищення врожайності насіння цукрових буряків можна досягти, розв'язавши такі питання:

- вибір оптимального кроку садіння коренеплодів цукрового буряку залежно від розмірів коренеплодів та агрокліматичних умов вирощування;
- забезпечення високої якості садіння коренеплодів та зменшення кількості травмованих коренеплодів.

Підвищення урожайності насіння цукрового буряку за рахунок вибору оптимального кроку садіння та

високої якості садіння забезпечить зниження енергоємності процесу та собівартості виробництва [13, 16].

*Метою* дослідження цієї роботи було вибрати оптимальний крок садіння коренеплодів цукрового буряка залежно від розмірів коренеплодів та агрокліматичних умов їх вирощування для забезпечення максимальної врожайності високоякісного насіння. Розробити та дослідити нові типи розкривачів садильного апарату для забезпечення якісної посадки коренеплодів та мінімізації їх пошкоджень.

Для досягнення поставленої мети за результатами експериментів з використанням розробленої в Полтавській державній аграрній академії висадко-садильної машини ВПП – 4М [14, 15] та відповідного обладнання, необхідно розв'язати такі *завдання*:

- дослідити залежність кроку садіння коренеплодів цукрового буряка від кількості обертів висаджувального апарату та поступальної швидкості висадко-садильної машини;
- визначити залежність частоти обертання посадкового апарату від кроку садіння на різних передачах трактора;
- обґрунтувати технологічні параметри розкривача та встановити кількість пошкоджених коренеплодів від типу розкривача;
- обґрунтувати оптимальні параметри і режими роботи садильного апарату для різних кроків садіння.

### Матеріали і методи досліджень

При виконанні досліджень та обробки результатів експериментальних досліджень за цією публікацією використані методи математичної статистики та математичного аналізу. Лабораторні та польові дослідження проводилися на базі висадко-садильних машин ВПП – 4 М, розроблених групою співробітників Полтавській державній аграрній академії [13].

Технологічний процес здійснюється таким чином. Борознорозширювачем утворюється борозна, у яку входять садильні конуси. При русі рівносторонніх трикутників механізму садильних конусів при взаємодії з розкривачем висаджується коренеплід у ґрунт, а копіювальне ущільнює колесо фіксує коренеплід у вертикальному положенні. Швидкість руху трикутників за один оберт та садильних конусів у процесі висадки не постійна і змінюється в широкому діапазоні (0,1...0,7 м/с) за допомогою ексцентрикової зірочки, котра встановлюється на валу із заданим ексцентриситетом. Це сповільнює рух, зменшує швидкість до повної зупинки садильного конуса в момент заправки в нього коренеплоду. Створення висадкового механізму у вигляді рівносторонніх трикутників включає контакт конусів з ґрунтом у момент заправки. На установці передбачена система подачі у вигляді аерозолі поживних речовин та стимуляторів росту безпосередньо до коренеплодів [14].

Дослідження виконувались на установці для висадки коренеплодів. Площа ділянки становила 1 га; тип ґрунту – чорнозем звичайний малогумусний; глибина попереднього обробітку ґрунту – 300 мм. Глибину, вологість ґрунту визначали за стандартною методикою. Нахил поверхні розпушеного шару визначали за допомогою металічної лінійки у трьох точках, по діагоналі ділянки. Твердість ґрунту визначалась відносно поля по горизонталі 3...5° за допомогою твердоміру Рев'якіна (ДСТУ 5096:2008). Якість ґрунту. Визначення твердості ґрунту твердоміром Рев'якіна). Довжина, діаметр, маса коренеплодів визначались з нормативною точністю і записувались з достовірністю даних 95 %. Згідно з агротехнічними вимогами для висаджування використовувались коренеплоди діаметром 50... 120 мм і довжиною 150...250 мм. При дослідженні якості посадки коренеплоди обирались діаметром: дрібні – 50...70 мм; середні – 71...100 мм; крупні – 101...120 мм; і довжиною: 150...180 мм; 181...200 мм; 221...250 мм.

### Результати досліджень та їх обговорення

У ході проведення дослідження було розглянуто три типи розкривачів садильного апарату:

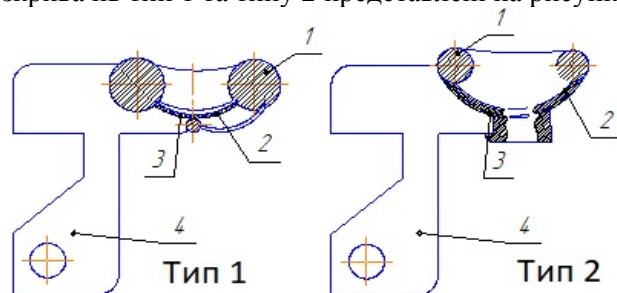
- розкривач серійної машини ВПУ – 4;
- розкривач у вигляді механічного кільця з пористою вставкою;
- розкривач у вигляді напівсфери з пористою вставкою;

При цьому фіксувалось кількість пошкоджених головок коренеплодів для різних розмірів коренеплодів. Уплив кроку садіння (відстані між коренеплодами в рядку) на врожайність цукрових буряків проводився в діапазоні 0,35 до 0,7 м через 0,05 м. Крок змінювався, зважаючи на кількість обертів садильного апарату та швидкості руху трактора.

Отримані результати оброблялися згідно із загальноприйнятими методиками та математичними

методами, були побудовані відповідні графіки.

Схеми розроблених розкривачів тип 1 та типу 2 представлені на рисунку 1.

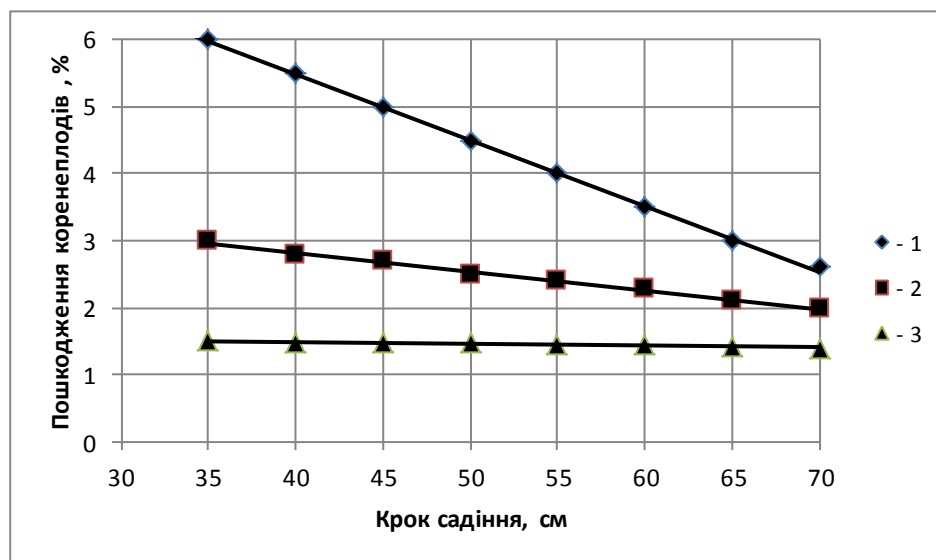


**Рис. 1. Розроблені розкривачі посадкового апарату:**  
1 – металічне кільце; 2 – пориста вставка; 3 – напівсфера; 4 – кронштейн

Розкривач типу I виконаний у вигляді металевого кільця з пористою вставкою, він зменшив кількість пошкоджених коренеплодів порівняно з машиною ВПУ-4. Найбільшу ефективність при випробуваннях показав розкривач (типу 2) виконаний у вигляді напівсфери з пористою вставкою, застосування якого призвело до пошкодження коренеплодів в межах 1,0...1,5 %. Умови проведення досліджень були приведені відповідно до агротехнічних вимог. Кількість пошкоджених коренеплодів (у зоні головки) визначалися візуально згідно зі стандартною методикою для кожного типу розкривача, на різних кроках садіння. Спостереження за пошкодженими коренеплодами велися візуально в кількості 120 коренеплодів для кожного типу розкривача.

Запропонований розкривач типу 2 встановлений на машині ВПГ-4М, яка пройшла державні випробування, забезпечує високу якість садіння коренеплодів на різних кроках і підвищує врожайність насіння цукрового буряку.

Проведені лабораторні й польові дослідження розроблених розкривачів встановлювались на посадкових апаратах висадко-посадкової машини ВПГ-4М. Для порівняння також досліджувався розкривач посадкового апарату типу ВПУ-4. Отримані результати дослідження представлені на рис. 2, з яких видно, що найменш пошкоджує коренеплоди розкривач типу 2.

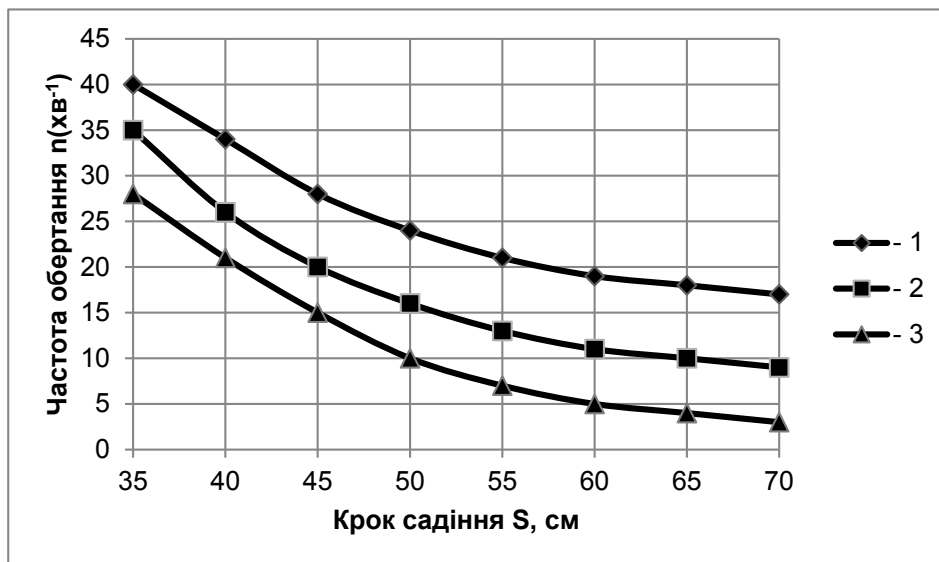


**Рис. 2. Залежність пошкодження коренеплодів від типу розкривача:**  
1 – розкривач машини ВПУ – 4; 2 – розкривач типу 1; 3 – розкривач типу 2

Теоретичні дослідження [3, 9, 15] показали, що крок висаджування коренеплодів задається шляхом вимірювання колової й поступальної швидкості апарату, що передбачено:

- заміною зірочки з різною кількістю зубів на вихідному валу редуктора;
- зміною поступальної (робочої) швидкості трактора.

Досліди проводилися за стандартною методикою з використанням середнього розміру коренеплодів. Фактичну швидкість та кількість обертів висаджувального апарату дослідної установки на кожній передачі визначали по секундоміру при проходженні визначеного шляху. За результатами досліджень був побудований графік (рис. 3).



**Рис. 3. Залежність частоти обертання посадкового апарату від кроку садіння на різних передачах трактора:**  
 1 – швидкість 3,6 км/год; 2 – швидкість 3,0 км/год; 3 – швидкість 2,5 км/год

Аналізуючи графік на рис. 3, можна підібрати оптимальні значення частоти обертання посадкового апарату та поступальної швидкості руху машини на різних кроках садіння для забезпечення якості садіння коренеплодів і отримання максимального врожаю насіння.

Показники якості садіння визначались за стандартною методикою [3, 5, 9]. Дослідний зразок висадко-садильної машини ВПГ–4 м має можливість змінювати крок висаджування із забезпеченням необхідної якості і дає змогу оптимально використовувати площу живлення залежно від розмірів коренеплодів і конкретних агротехнічних умов. Результати проведених досліджень показали, що оптимальною схемою посадки в умовах Полтавської області є схема 0,7×0,5 м. Приріст врожаю порівняно з класичною схемою 0,70×0,70 м становить близько 0,5 т/га.

### Висновки

У процесі дослідження встановлено залежність кількості пошкоджених коренеплодів цукрового буряка від типу розкривача та рекомендовано використання розробленого розкривача (типу 2). На підставі досліджень висадко-садильної машини ВПГ – 4М, розробленої в Полтавській державній аграрній академії, встановлено, що крок садіння (відстань між коренеплодами в рядку) регулюється зміною колесої та поступальної швидкості агрегату. Визначено залежність частоти обертання садильного агрегату від кроку посадки на різних передачах трактора.

Підтверджено, що покращення якості садіння коренеплодів та вибір оптимального кроку садіння залежно від розмірів коренеплодів та агрокліматичних умов вирощування забезпечує підвищення врожайності насіння цукрових буряків. Оптимальною схемою садіння маточних коренеплодів в умовах Полтавської області є схема 0,7×0,5 м, яка забезпечує збільшення врожаю на 5,4 ц/га порівняно з класичною схемою 0,7×0,7 м. Результати дослідження можуть бути використанні при модернізації існуючих та розробці нових висадко-садильних машин для посадки маточників цукрового буряка.

*Перспективи подальших досліджень.* Зважаючи на вищенаведене, покращення показників садіння маточних коренеплодів цукрового буряка, враховуючи розміри самих коренеплодів, є перспективним напрямом збільшення врожайності насіння цукрових буряків.

References

1. Anderson, M., & Larson, B. A. (1991). International Technology Transfer: Private Channel and Public Welfare. *American journal of Agricultural Economics*, 73 (3), 892–897.
2. Balan, V. M. (2012). Non-Planting Method of Sugar Beet Seed Cultivation: History of Development, State, Prospects. *Sugar Beet*, 4, 9–11 [In Ukrainian].
3. Davydiuk, V. (2011). Mechanisms of Renovating Seed Production of Sugar Beet in Ukraine and Technical Solutions of a New Planter. *Machinery and Technology of Agro-Industrial Complex*, 25, 26–28 [In Ukrainian].
4. Dankov, V. Ya. (2011). Resistance of Sugar Beet Hybrids of Different Selection to Sugar Beet Diseases. *Sugar Beet*, 3 (81), 20–21 [In Ukrainian].
5. Dobrotvortseva, A. V. (1986). *Sugar Beet Growing Technique to Obtain Seeds*. Moskva: Agropromizdat [In Ukrainian].
6. Evenson, R. E. (1991). Inventions Intended for Use in Agriculture and Related Industries: International Comparisons. *American Journal of Agricultural Economics*, 73 (3), 887–891. doi: 10.2307/1242845.
7. Fielke, J. M. (1999). Finite Element Modelling of the Interaction of the Cutting Edge of Tillage Implements with Soil. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 74 (1), 91–101. doi: 10.1006/jaer.1999.0440
8. Fursa, A. V. (2015). About the Question of Sugar Beet Seed Production. *Economics of Agro-Industrial Complex* 4, 27–34 [In Ukrainian].
9. Gizbulin, N. G. (2012). Everything Begins with Seeds. *Sugar Beet*, 2 (80), 16–21 [In Ukrainian].
10. Haitiner, L. J. (1990). Maschinengosten senken St. *Caller Baner*, 77 (11), 321–329.
11. Hendrick, J. G., & Gill, W. R. (1971). Rotary-Tiller Design Parameters Part I-Direction of Rotation. *Transactions of the ASAE*, 14 (4), 0669–0674. doi:10.13031/2013.38364.
12. Kockelmann, A., & Meyer, U. (n.d.). Seed Production and Quality. *Sugar Beet*, 89–113. doi: 10.1002/9780470751114.ch5.
13. Lapenko, H. O., Prasolov, Ye. Ia., Znova, L. V., & Bielovol, Yu. Iu. (2011). Udoskonalennia mekhanizmu vysadky tsukrovykh buriakiv. *Tekhniko – Tekhnologichni Aspekty Rozvytku ta Vyprobuvannia Novoi Tekhniki i Tekhnologii Dlia Silskoho Hospodarstva Ukrainy*, 15 (29), 223–234 [In Ukrainian].
14. Lapenko, G. O., Prasolov, Y. I., Lapenko, T. G., Zavorotnii, L.Y., Pisarenko, P. V., Braschenko, S. A., Lapenko, V. T., Znova, L. V., & Belovol, J. J. (2010). *Patent Ukrainy № 54488* Kyiv: Derzhavne pidpriemstvo "Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti" (Ukrpatent) [In Ukrainian].
15. Lapenko, G. O., Prasolov, Y. I., Zavorotnii, Y. I., Pisarenko, P. V., Meldrin, P. M., Kalinichenko, A. V., Braschenko, S. A., Znova, L. V., Horishko, A. A., & Kostoglod, K. D. (2011). *Patent Ukrainy № 60011*. Kyiv: Derzhavne pidpriemstvo "Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti" (Ukrpatent) [In Ukrainian].
16. Kalinichenko, A. V., Makarenko, P. M., Pisarenko, P. P., Sosnovska, O. O., Lapenko, G. O., Prasolov, Y. I., Braschenko, S. A., Plotnik, O. D., Divnich, A. V., & Znova, L. V. (2011). *Patent Ukrainy № 60283*. Kyiv: Derzhavne pidpriemstvo "Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti" (Ukrpatent) [In Ukrainian].
17. Larue, B., & Ker, A. (1993). World Price Variability Versus Protectionism in Agriculture: A Causality Analysis. *The Review of Economics and Statistics*, 75 (2), 342. doi: 10.2307/2109442.
18. Medvedovskyi, O. K. 1988. *Energy Analysis of Intensive Technologies in Agricultural Production*. Kyiv, Urozhai [In Ukrainian].
19. Miller, T., & Tolley, G. (1989). Technology Adoption and Agricultural Price Policy. *American Journal of Agricultural Economics*, 71 (4), 847–857. doi: 10.2307/1242662.
20. Miszczak, M. (2005). A torque evaluation for a rotary subsoiler. *Soil and Tillage Research*, 84 (2), 175–183. doi: 10.1016/j.still.2004.11.011.
21. Renner, A. (1990). Maschinering Wolbsberg im Auburd. *Praktische Land-Technic*, 9, 17.
22. Rueda-Ayala, V., Rasmussen, J., & Gerhards, R. (2010). Mechanical Weed Control Mechanical weed control. *Precision Crop Protection – the Challenge and Use of Heterogeneity*, 279–294. doi: 10.1007/978-90-481-9277-9\_17.
23. Samoilov, M. A. (1968). About Substantiating the Parameters of Planters' Operating Bodies. *Tractors and Farm Machines*, 8, 15–17 [In Ukrainian].
24. Sharifat, K., & Kushwaha, R. L. (2000). Modeling Soil Movement by Tillage Tools. *Canadian Agricultural Engineering*, 43 (4), 165–172.

25. Swick, W. C., & Perumpral, J. V. (1985). A model for predicting dynamic soil tool interaction. *Journal of Terramechanics*, 22 (3), 175. doi: 10.1016/0022-4898(85)90083-7.

26. Thakur, T. C., & Godwin, R. J. (1989). The present state of force prediction models for rotary powered tillage tools. *Journal of Terramechanics*, 26 (2), 121–138. doi: 10.1016/0022-4898(89)90002-5.

Стаття надійшла до редакції 25.11.2019 р.

**Бібліографічний опис для цитування:**

Лапенко Г. О., Лапенко Т. Г., Маренич М. В., Кузьменко О. І. Вплив якості садіння коренеплодів на врожайність насіння цукрових буряків. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 250–256.

© Лапенко Григорій Олександрович, Лапенко Тарас Григорович,  
Маренич Микола Васильович, Кузьменко Олексій Іванович, 2019