

RESEARCH OF THE WIDE-BREAD METHOD OF SOWING SPRING BARLEY AND THE SEEDER FOR ITS IMPLEMENTATION**I. Tsiz^{1*}, T. Tsiz¹, Yu. Bashuk², O. Holii³, V. Khvesyk⁴**¹Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine²LLC «Kivertsiagromash», Kivertsi, Ukraine³SEERF «ELITA», Rokiny, Ukraine⁴Liubeshiv Technical Vocational College of LNTU, Liubeshiv, Ukraine

AGRICULTURAL MACHINES

AM
СМ

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ МАШИНИ

ABSTRACT

Barley is important for feeding animals, making cereal, and brewing beer. The importance of barley-based products for human nutrition is that barley protein contains substances that help to significantly reduce cholesterol levels in the blood. Recently, the price of barley grain has increased in contrast to wheat. The high cost of traditional mineral fertilizers does not help to use them in optimal doses for growing agricultural crops. In such conditions, post-harvest sowing of siderates can be considered as an alternative to spring barley. The classical scheme of sowing barley is sowing with a row width of 15 cm. Domestic and global manufacturers of sowing equipment offer the possibility of sowing barley using strip technology or wide row method. At the same time, the global trend of consumption of organic products is actively spreading also in Ukraine. Therefore, the purpose of this work is to study the influence of strip seeding method on the yield of spring barley and the effectiveness of inter-row cultivation as a weed control measure, and to develop a seeding scheme for strip seeding of cereals. As a result of the field research it was established that the 8-37-8 cm strip sowing scheme of spring barley allows to obtain the yield of organic grain of spring barley of the variety RGT PLANET at the level of the indicators of this variety given in the characteristics for the conditions of Polissia. The obtained value of the weight of 1000 seeds indicates an increase in the quality indicators of the crop in comparison with the usual method of row sowing. On the basis of the obtained results of the experimental research a functional scheme of the seeder for strip sowing of grain crops according to the 8-37-8 cm scheme was developed. The basis of such a seeder is the sectional sowing with two supporting wheels, an anchor coulter and a flow divider.

Key words:

spring barley,
use of siderates,
strip method of sowing,
mass of a thousand seeds,
sowing section

Article history:

Received 13.05.2024

Accepted 15.06.2024

***Corresponding author:**

tsizigor@lutsk-ntu.com.ua

DOI: 10.36910/acm.vi50.1338

To cite this article:

Tsiz, I., Tsiz, T., Bashuk, Yu., Holii, O., & Khvesyk, V. (2024). Research of the wide-bread method of sowing spring barley and the seeder for its implementation. *Agricultural Machines*, 50, 61-71. <https://doi.org/10.36910/acm.vi50.1338>

УДК 631.53.043

ДОСЛІДЖЕННЯ ШИРОКОРЯДНОГО СПОСОБУ СІВБИ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ ТА СІВАЛКА ДЛЯ ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЇ

І.Є. Цизь^{1*}, Т.П. Цизь¹, Ю. Башук², О.В. Голій³, В.О. Хвесик⁴¹Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна²ТЗОВ «Ківерціяагрош», Ківерці, Україна³ДПЕДГ «Еліта», Рокині, Україна⁴Любешівський технічний фаховий коледж ЛНТУ, Любешів, Україна

AGRICULTURAL MACHINES



СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ МАШИНИ

АНОТАЦІЯ

Ячмінь має дуже важливе значення для годівлі тварин, виготовлення круп та варіння пива. Важливість продуктів на основі ячменю для харчування людини полягає у тому, що білок ячменю містить речовини, які сприяють значному зменшенню рівня холестерину в крові. Останнім часом спостерігається зростання цін на зерно ячменю порівняно з пшеницею. Висока вартість традиційних мінеральних добрив не сприяє їх внесенню в оптимальних дозах для вирощування сільськогосподарських культур. У таких складних умовах альтернативою для ярого ячменю можна вважати післяжнивні посіви сидератів. Класична схема сівби ячменю передбачає ширину міжряддя 15 см. Вітчизняні та світові виробники посівної техніки пропонують здійснювати сівбу ячменю за смуговою технологією або широкорядним способом. Водночас, світовий тренд споживання органічної продукції активно поширюється, зокрема, в Україні. Тому метою цієї роботи є дослідження впливу смугового способу сівби на урожайність ярого ячменю та ефективності міжрядного обробітку, як заходу боротьби з бур'янами, та розроблення схеми сівалки для смугової сівби зернових культур. У результаті польових досліджень встановлено, що смугова схема сівби ярого ячменю 8-37-8 см дозволяє отримати урожайність органічного зерна ярого ячменю сорту RGT PLANET на рівні показників цього сорту, характерних для умов Полісся. Отримане значення маси 1000 насінин вказує на покращення якісних показників урожаю порівняно з звичайним рядковим способом сівби. На основі отриманих результатів експериментального дослідження розроблена функціональна схема сівалки для смугової сівби зернових культур за схемою 8-37-8 см.

Ключові слова:

ярий ячмінь,
використання сидератів,
смуговий спосіб сівби,
маса тисячі насінин,
посівна секція

Історія публікації:

Отримано 13.05.2024

Затверджено 15.06.2024

*Автор для листування:

tsizigor@lutsk-ntu.com.ua

DOI: 10.36910/acm.vi50.1338

Цитувати цю статтю:

Цизь, І. Є., Цизь, Т. П., Башук, Ю., Голій, О. В., & Хвесик, В. О. (2024). Дослідження широкорядного способу сівби ярого ячменю та сівалка для його реалізації. *Сільськогосподарські машини*, 50, 61-71. <https://doi.org/10.36910/acm.vi50.1338>

СТАН ПИТАННЯ ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Ячмінь має важливе значення для годівлі тварин, виготовлення круп та варіння пива. Його важливість, як кормової культури, визначається хімічним складом зерна. Завдяки високим кормовим якостям зерно ячменю використовується як корм для усіх видів сільськогосподарських тварин, але особливим є його використання для беконної відгодівлі свиней. У цьому випадку до раціону включають 30–50% подрібненого ячменю. При відгодівлі свиней з додаванням ячменю у раціон отримують щільне, зернистої будови сало, яке має приємний смак. Після перероблення молока від дійних корів, у раціоні яких був ячмінь, отримують вершкове масло особливо високої якості (Лихочвор, 2002; Каленська та ін., 2005). Важливість включення ячмінних круп та інших продуктів на основі ячменю до раціону людини полягає у тому, що білок ячменю містить такі речовини, як тригліцерид і токотриенол, які сприяють значному зменшенню рівня холестерину у крові людини (Лихочвор, 2002). Останнім часом спостерігається зростання цін на зерно ячменю порівняно з пшеницею.

При розробленні комплексу механізованих робіт з вирощування ярого ячменю потрібно враховувати, що ця культура має короткий вегетаційний період та слабку, порівняно з вівсом та іншими хлібними злаками, кореневу систему. Тому висівають його на родючих структурованих ґрунтах та після кращих попередників. Мінеральні добрива доцільно вносити у формах, які легко розчинюються та засвоюються рослинами. Однак висока вартість традиційних мінеральних добрив не сприяє їх внесенню в оптимальних дозах під сільськогосподарські культури. У таких умовах альтернативою для ярого ячменю можна вважати післяжнивні посіви сидератів, раціональне використання удобрювального потенціалу соломи та гички цукрового буряка (Лихочвор, 2002).

Основний обробіток ґрунту за класичною технологією полягає в зяблевій оранці на глибину 20–22 см. За сучасних проблем із запасом вологи у ґрунті значна увага під час передпосівного обробітку має бути звернута на її збереження. Норми висіву ярого ячменю – диференційовані залежно від родючості й вологості ґрунту, способу сівби та біологічних

особливостей сорту. Для сортів вітчизняної селекції рекомендують висівати від 4,0 до 6,5 млн схожих насінин на гектар. Класична схема посіву передбачає сівбу з шириною міжряддя 15 см за глибини зароблення насіння 3–4 см (Лихочвор, 2002).

Аналіз технологій вирощування ярого ячменю, які широко використовуються у теперішніх умовах, показує, що практично не проводяться агротехнічні та механічні заходи боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами. Зміни клімату, енергетична криза та інтенсифікація процесів деградації ґрунтів спонукають аграріїв до заміни класичної системи землеробства на енерго- та ресурсозберігаючі системи Mini-till, No-till, Strip-till, Verti-till (Farmaha et al., 2011; Kocolan & Krotinov, 2011; Jaskulska et al., 2020). В умовах недостатньої кількості опадів широкої популярності набуває вирощування сільськогосподарських культур за технологією Strip-till, яка передбачає широкорядну сівбу різних сільськогосподарських культур (Цизь та ін., 2023).

З'явилися приклади використання техніки для широкорядного й смугового способу сівби пшениці та ячменю (Amazona, n.d.; ВЕЛЕС-АГРО, н.д.). Вітчизняна фірма «ВЕЛЕС-АГРО», яка постійно впроваджує інновації у конструкції машин для обробітку ґрунту, сівби та внесення добрив, пропонує інноваційну посівну систему для смугового землеробства STS Magia (ВЕЛЕС-АГРО, н.д.). Робочі секції цієї посівної системи виконують обробіток смуги ґрунту завширшки 20 см та на глибину 15 см, внесення мінеральних добрив та сівбу насіння. При цьому сівба насіння зернових культур проходить за схемою 12-28-12 см. Тобто висівається смуга з 2 рядків, відстань між якими 12 см. Відстань між крайніми рядками у кожній смузі 28 см. Таке розташування рядків суперечить, певною мірою, класичним вимогам до максимальної рівномірності розподілу насіння зернових культур за площею живлення. Проте виробник зазначає, що у цьому випадку спрацьовує ефект так званого «крайнього рядка». Тобто рядка, який отримує максимум сонячного освітлення, поживних елементів та площі для кушіння. Водночас, міжряддя є необробленим зі збереженими поживними рештками, що забезпечує накопичення у них вологи та інтенсифікує життєдіяльності мікроорганізмів.

Одним зі світових лідерів з виробництва посівної техніки, зокрема, для зернових культур є фірма Amazone. До новинок на ринку посівних комплексів для зернових культур належить причіпна сівалка KONDOR (Amazone, n.d.). Завдяки трисекційному бункеру сівалка KONDOR може проводити посів зернових культур за схемами: лише сівбу насіння; сівбу насіння та мінеральних добрив в одному горизонті; сівбу двох видів насіння в одному горизонті; сівбу двох видів насіння та мінеральних добрив в одному горизонті. При цьому сівба проходить з міжряддям 25 см або 31,3/33,3 см. Сівба з шириною міжряддя у 31,3/33,3 см рекомендується для умов, коли є значний дефіцит вологи у ґрунті. Також сівалку обладнують посівними секціями, які дозволяють проводити сівбу за мінімального обробітку ґрунту при збережених на поверхні рослинних рештках. Завдяки чому будуть створені передумови до вкладання насіння у вологий шар ґрунту та вкривання поживними рештками.

Сучасна цінова політика на ринку сільськогосподарської продукції змушує аграріїв шукати нішеві культури, які забезпечили б прибуток за умов воєнного стану. Особливу увагу необхідно приділяти логістичним витратам. Водночас, світовий тренд споживання органічної продукції активно поширюється, зокрема, в Україні. На жаль, військова агресія РФ має негативний вплив на розвиток органічного землеробства у нашій країні. Це спричинило зменшення площ, відведених під органічне виробництво в Україні з 1% до 0,6%. Однак Національна економічна стратегія передбачає, що загальна площа сільськогосподарських угідь під органічним виробництвом має бути не менше 3% вже до 2030 року (Болоховська, n.d.). Тому виробництво зернових культур за органічними технологіями необхідно вважати одним з перспективних напрямів за умов, що склалися. На особливу увагу заслуговує ярий ячмінь. Зважаючи на його біологічні особливості, цінність як корму для відгодівлі тварин, виробництва продуктів здорового харчування та, особливо, пивоваріння.

Проведений аналіз вказує на формування передумов для запровадження органічної технології вирощування ярого ячменю, яка передбачає чергування культур у сівозміні, застосування поживних посівів сидератів та

соломи для удобрення, а також проведення широкорядної сівби з наступним міжрядним обробітком для боротьби з бур'янами.

Мета дослідження – дослідити вплив смугового способу сівби на урожайність ярого ячменю і ефективність міжрядного обробітку, як заходу боротьби з бур'янами, а також розробити схему сівалки для смугової сівби зернових культур.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Дослідження провели на дослідній ділянці агрополігону кафедри аграрної інженерії імені проф. Г. А. Хайліса Луцького національного технічного університету. На цій ділянці восени року, що передувало дослідженню, провели оранку, під час якої зароблено у ґрунт зелену масу сидерату (гірчиці) за урожайності 30 т/га. Весною, перед посівом ярого ячменю, провели передпосівний обробіток комбінованим знаряддям у складі культиватора КУ-1,6 та легких борін на глибину 10 см. Для проведення смугової сівби ярого ячменю було використано ручну однорядну сівалку (рис. 1).

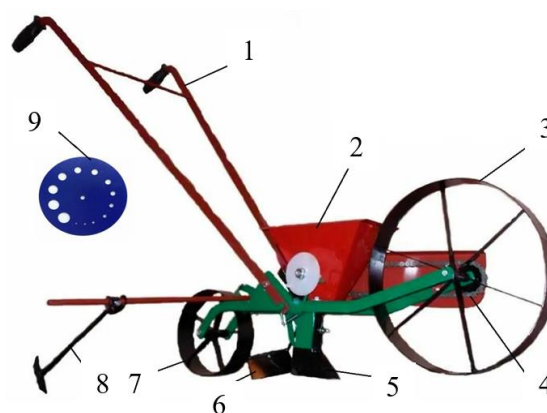


Рис. 1 – Ручна сівалка:

- 1 – рукоятки; 2 – бункер з висівним апаратом;
- 3 – опорно-приводне колесо; 4 – приводний ланцюг; 5 – сошник; 6 – загортач;
- 7 – ущільнюоче колесо; 8 – маркер;
- 9 – диск висівний

Ця сівалка призначена для сівби насіння сільськогосподарських культур за різних норм висіву. Така універсальність забезпечується використанням висівних дисків з різними за діаметром отворами. Для переміщення сівалки полем використовують зусилля людини, яке прикладається через рукоятки.

Привод виштовхувальної катушки, що розташована у бункері, відбувається від опорно-приводного колеса через ланцюгову передачу. Формування борозенки проводить сошник, а її закриття загортач. Для ущільнення ґрунту над висіяним рядком передбачено ущільнююче колесо. Для веденні сівалки з вибраним міжряддям передбачено маркер.

Далі за допомогою вибирання діаметру отвору висівного диска ручної сівалки (рис. 1) забезпечували рекомендовану норму висіву у 300 насінин на м². Для сівби використовували сорт ячменю RGT PLANET французької селекції, для якого маса 1000 насінин складає 45 г. Для налаштування сівалки масу насіння, яка має висіватись за один оберт опорно-приводного колеса, обчислювали за виразом:

$$m_1 = \frac{\pi q D B}{n}, \quad (1)$$

де q – норма висіву насіння, г/м²; D – діаметр опорно-приводного колеса сівалки, м; B – відстань між осями смуг насіння, м; n – кількість рядків, що висівались у смузі.

Норма висіву ячменю:

$$q = \frac{n_1 m_{1000}}{1000}, \quad (2)$$

де n_1 – норма висіву ($n_1 = 300$ шт/м²), шт/м²; m_{1000} – маса 1000 насінини (для сорту ярого ячменю RGT PLANET $m_{1000} = 45$ г), г.

Після підстановки значень у вираз (2), матимемо $q = 13,5$ г/м². Оскільки діаметр опорно-приводного колеса сівалки $D = 0,32$ м, а відстань між осями смуг насіння $B = 0,45$ м, тоді за виразом (1) матимемо: для дворядкової смуги – $m_1 = 3,05$ г; для трирядкової смуги – $m_1 = 2,04$ г. Після налаштування сівалки натягували шпагат, вздовж якого рухалося опорно-приводне колесо сівалки, та проводили сівбу трьох смуг за схемою 8-37-8 см та двох смуг за схемою 7-7-31-7-7 см (рис. 2).

Для проведення міжрядного обробітку ячменю використовували культиватор КУ-1,6 (рис. 3). Для обробітку лапами міжрядь послаблювали їх кріплення до рами та зсували вздовж гряділів таким чином, щоб між їх стійками була віддаль 45 см.

У процесі вегетації було проведено разове розпушення міжрядь цим культиватором. Після досягнення повної стиглості провели визначення урожайності та маси 1000 насінин, а також вологості зібраного урожаю.

Для визначення урожайності ячменю рулеткою відміряли 1 м довжини смуги посіву та за допомогою ножиць зрізали колоски й укладали в поліетиленовий пакет (рис. 4).

Збирання колосків проводили на кожній з трьох смуг посіву відповідного варіанту експерименту таким чином, що для першої смуги це був один край поля, для другої смуги – середина поля, а для третьої – інший край поля. Отже отримували три повторності для визначення урожайності.

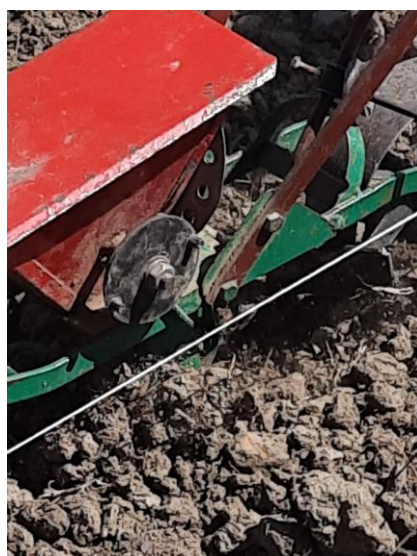


Рис. 2 – Сівба рядків смуг ярого ячменю



Рис. 3 – Фото міжрядного обробітку смугового посіву ячменю культиватором КУ-1,6



Рис. 4 – Процес визначення розміру смуги ячменю для визначення урожайності



Рис. 5 – Зразки зібраних колосків (а) та результат їх обмолоту (б) й очищення (в)

Після цього у лабораторії проводили обмолочування колосків та відокремлення домішок. На початковому етапі сепарування вороху проводили на ситах, а далі шляхом ручного сортування (рис. 5). Очищене насіння зважували та обчислювали урожайність:

$$Q = \frac{10^{-2} m_z}{B}, \quad (3)$$

де Q – урожайність, т/га; m_z – маса очищеного зерна, зібраного з 1 м смуги посіву, г; B – відстань між осями смуг рядків, що збиралися ($B = 0,45$ м), м.

Таку методику застосовували для кожного зібраного зразка. Далі у кожній пробі брали 1000 насінин та зважували з точністю до 0,01 г, внаслідок чого отримували характеристику якості зерна – масу 1000 насінин.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Упродовж цього дослідження здійснювали візуальне спостереження за станом посіву у процесі вегетації. Поява сходів відбулась на 12 день після сівби. Не зважаючи на відсутність опадів сходи були рівномірними за обох схем розташування рядків у смугах (рис. 6).



Рис. 6 – Сходи ярого ячменю

Надалі відбувалась активна вегетація за мінімальної забур'яненості та ураження хворобами й шкідниками. Проте за схеми сівби 8-37-8 см чіткіше відслідковувались міжряддя смуг порівняно зі схемою 7-7-31-7-7 см (рис. 7). Надалі це забезпечило кращі умови для міжрядного обробітку. Міжрядний обробіток було проведено на початку фази колосіння (рис. 8).

Не зважаючи на ускладнений процес міжрядного обробітку, для схеми сівби з трирядною смугою протягом тижня після обробітку рослини повністю відновили свою вегетацію. Водночас, покращення водно-повітряного режиму ґрунту міжрядь сприяло інтенсифікації біологічних процесів у рослинах (рис. 9).

На жаль, у період збирання мало місце ураження посіву популяцією голубів, що спричинено розташуванням дослідної ділянки в межах міської забудови та є нетиповим для польових умов. Також на період збирання у посіві з'явилися рослини коренепаросткового бур'яну – берізки польової (рис. 4). Результати визначення урожайності ярого ячменю подані в таблицях 1 та 2.



Рис. 7 – Стан посіву та міжрядь на різних етапах розвитку



Рис. 8 – Стан посіву ярого ячменю одразу після міжрядного обробітку (01.07.2023 р.)



Рис. 9 – Стану посіву ярого ячменю після міжрядного обробітку (13.07.2023 р.)

Таблиця 1 – Результати дослідження урожайності ярого ячменю

Схема сівби	Повторності			Середнє значення
	1	2	3	
8-37-8 см	37,0	39,52	38,75	38,72
7-7-31-7-7 см	38,48	39,39	38,68	38,85

Таблиця 2 – Результати дослідження маси 1000 насінин ярого ячменю

Схема сівби	Повторності			Середнє значення
	1	2	3	
8-37-8 см	68,06	59,27	58,83	62,05
7-7-31-7-7 см	59,26	57,46	60,93	59,22

Отримані під час дослідження значення урожайності відповідають значенням, що зазначені у характеристиці сорту ячменю RGT PLANET для умов Полісся (41,2 ц/га). Відхилення у значеннях для досліджуваних схем сівби знаходяться в межах статистичної похибки, що засвідчує відсутність впливу більшої рівномірності розподілу рослин за площею живлення у способі 7-7-31-7-7 см. Водночас, покращення умов для міжрядного обробітку вказує на доцільність застосування у виробничих умовах схеми сівби 8-37-8 см.

Аналогічний характер результатів щодо впливу схеми сівби спостерігався за показником маси 1000 насінин. Проте отримані значення є більшими за значення для сорту ячменю RGT PLANET для умов Полісся (за довідковою літературою вони становлять 50,9 г). Тому можна констатувати зростання якісних показників урожаю порівняно зі звичайним рядковим способом сівби. Це очевидно спричинене явищем, яке описується як вплив «крайнього рядка», про що було зазначено вище.

На основі отриманих у ЛНТУ результатів дослідження запропонована функціональна схема сівалки для смугової сівби зернових культур за схемою 8-37-8 см. Тобто для висіву смуг з двох рядків, між якими міжряддя 8 см, а відстань до першого рядка сусідньої смуги 37 см. При цьому відстань між осями двох суміжних смуг складатиме 45 см (рис. 10).

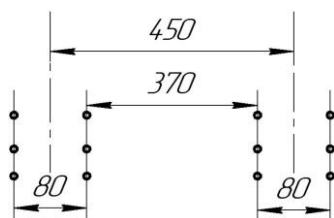


Рис. 10 – Схема розташування рядків смугового способу сівби

Базовою машиною для розробки було взято сівалку Astra 4 new ПАТ «Elvorti». Ця сівалка обладнана 26 висівними апаратами та

забезпечує сівбу зернових звичайним рядковим способом з шириною міжряддя 15 см (*Elvorti, n.d.*). Модернізація цієї сівалки полягає у встановленні розробленої посівної секції для смугової сівби. Встановлення дев'яти посівних секцій забезпечить сумарну ширину захвату 4,05 м. При цьому у бункері сівалки буде залишено лише 9 висівних апаратів порівняно з початковим варіантом. Завдяки базовим висівним апаратам відбувається дозування насінневого матеріалу та подача до висівної секції (рис. 11).

Транспортування насіння до секції відбувається існуючим насіннепроводом. Безпосередньо у посівній секції насіння потрапляє у подільник потоків, який утворює два потоки. Далі потоки потрапляють, відповідно, у праву та ліву порожнину анкерного сошника та у борозенку, сформовану сошником. При цьому відстань між осями вихідних отворів сошника 8 мм.

З метою чіткої стабілізації положення посівної секції відносно поверхні ґрунту вона обладнана двома опорними колесами, які зв'язані між собою поздовжньою рамкою. У цій рамці виконано пристосування для регулювання глибини ходу у ґрунті анкерного сошника. У передній частині рамки змонтовано паралелограмний механізм, через який секція шарнірно кріпиться до рами сівалки. До верхнього важеля цього механізму шарнірно приєднана тяга механізму, що підіймає і опускає секції. У паралелограмному механізмі встановлено пружину та механізм регулювання ступеня її стиску. Завдяки цій пружині проходить регулювання ступеня довантаження кожної секції.

Опорні колеса сівалки стабілізують положення посівної секції. Переднє колесо ущільнює та подрібнює ґрунтові агрегати, чим забезпечує стабілізацію водно-повітряного режиму поверхневого шару ґрунту. Заднє опорне колесо здійснює загортання борозенки та ущільнення ґрунту над смугами насіння, чим сприяє швидкому його проростанню.

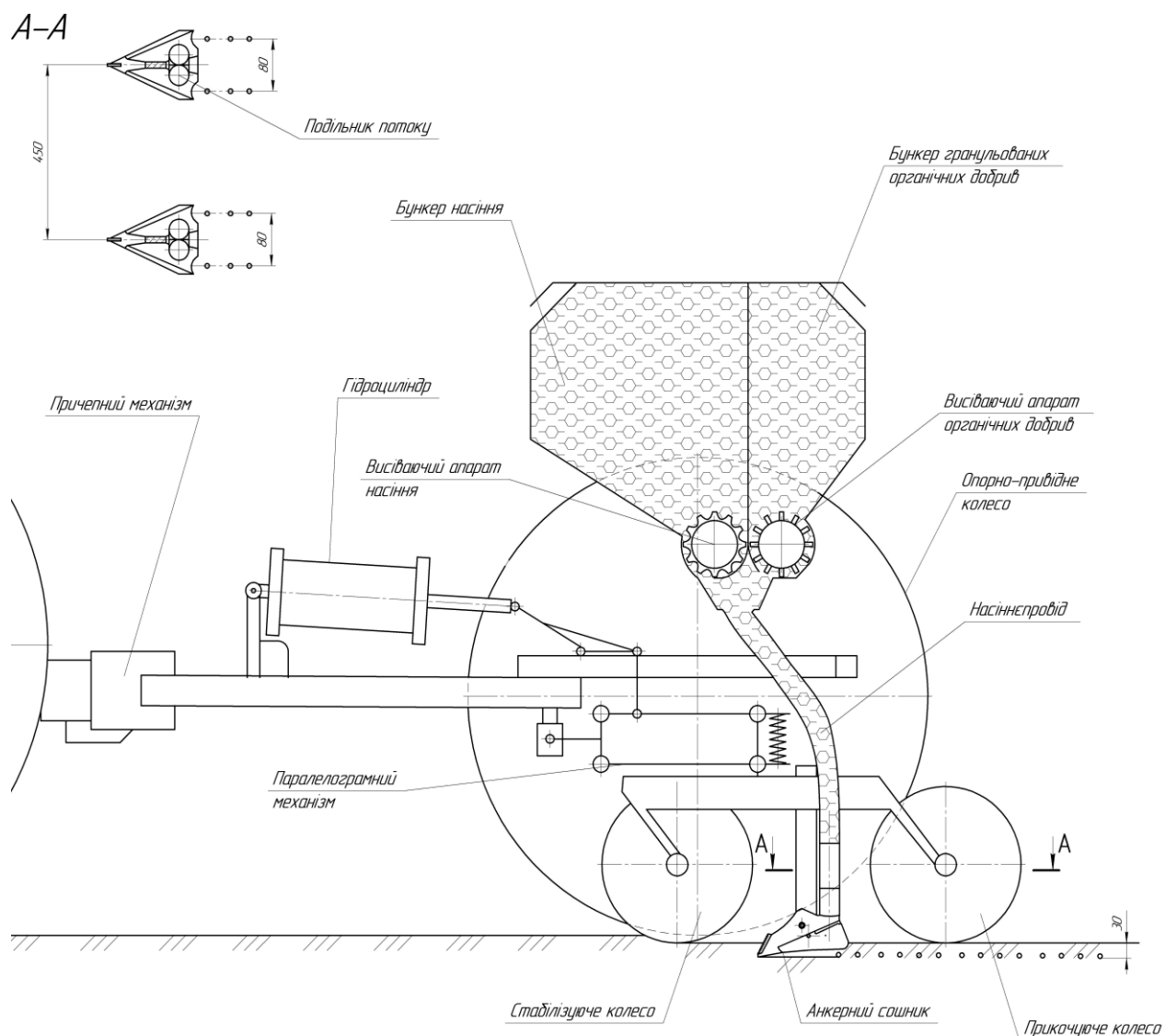


Рис. 11 – Схема модернізованої сівалки з розробленою посівною секцією

ВИСНОВКИ

У результаті польових досліджень встановлено, що смугова схема сівби ярого ячменю 8-37-8 см дозволяє отримати урожайність органічного ячменю сорту RGT PLANET на рівні показників цього сорту, зазначених у характеристиці для умов Полісся. Отримані значення маси 1000 насінин у дослідженні є більшими за значення у характеристиці сорту ячменю, що вказує на покращення якісних показників урожаю порівняно зі звичайним рядковим способом сівби. Очевидно, що такий ефект спричинений явищем, яке описується як вплив «крайнього рядка». Такі результати досліджень вказують на доцільність використання цієї схеми у виробничих умовах.

На основі отриманих результатів дослідження розроблена функціональна схема сівалки для смугової сівби зернових культур за схемою 8-37-8 см. За базову сівалку вибрано Astra 4 new ПАТ «Elvorti», яку запропоновано обладнати посівними секціями з двома опорними колесами, анкерним сошником та подільником потоків.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Amazone. (n.d.). *Condor trailed seed drill*. Retrieved May 12, 2024, from <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/seeding/pneumatic-seed-drills/condor-large-area-seed-drill-55470>
- Elvorti. (n.d.). *Astra 4 new*. Retrieved May 12, 2024, from <https://elvorti.com/catalog/seyalka/astra-4-new.html?lang=ua>

- Farmaha, B. S., Fernández, F. G., & Nafziger, E. D. (2011). No-till and strip-till soybean production with surface and subsurface phosphorus and potassium fertilization. *Agronomy Journal*, 103(6), 1862-1869. <https://doi.org/10.2134/AGRONJ2011.0149>
- Jaskulska, I., Romaneckas, K., Jaskulski, D., Gałzewski, L., Breza-Boruta, B., Dębska, B., & Lemanowicz, J. (2020). Soil properties after eight years of the use of strip-till one-pass technology. *Agronomy*, 10(10), 1-16. <https://doi.org/10.3390/AGRONOMY10101596>
- Болоховська, А. (н.д.). Тренд на органічне землеробства в Україні: як розвивається та що пропонує ринок (*The trend for organic farming in Ukraine: how it is developing and what the market offers*). *Економічна правда*. Retrieved May 12, 2024, from <https://www.epravda.com.ua/columns/2024/01/18/708903/>
- ВЕЛЕС-АГРО. (н.д.). Універсальний посівний комплекс STS MAGIA (*Universal sowing complex STS MAGIA*). Retrieved May 12, 2024, from <https://www.velesagro.com/products/universalniy-POSEVNOY-KOMPLEKS/243/>
- Каленська, С. М., Шевчук, О. Я., Дмитришак, М. Я., Козяр, О. М., & Демидась, Г. І. (2005). *Рослинництво (Crop production)*. К.: НАУУ.
- Косолап, М. П., & Кротінов, О. П. (2011). *Система землеробства No-till (Farming system No-till)*. Київ: Логос.
- Лихочвор, В. В. (2002). *Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур (Plant growing. Technologies for growing agricultural crops)*. Львів: НВФ Українські технології.
- Цизь, І. Є., Дідух, В. Ф., Голій, О. В., Хвесик, В. О., & Голій, В. О. (2023). Дослідження впливу сапропелю природної вологості на урожайність сої за екстремальної нестачі вологи (*Study of the effect of natural humidity of sapropel on the growth of soybeans under extreme moisture shortage*). *Сільськогосподарські машини*, 49, 22-30. <https://doi.org/10.36910/acm.vi49.1013>