

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
«__»_____ 2023 р.
Зав. кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)
А.В. Войтік
(підпис) (ініціали, прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ)

Перший (бакалаврський)
(освітній рівень)

тема проекту: «Удосконалення технологічної операції вирівнювання
грунту при вирощуванні озимого ріпаку»

Виконав: студент 3 курсу, групи 31к-ім групи
освітньої програми агроінженерія
спеціальності 208 «Агроінженерія»
Солонько Ігор Володимирович
(прізвище та ініціали)
Керівник к.т.н., доцент Олександр Пушка
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Освітня програма _____ «Бакалавр»
Спеціальність _____ 208 «Агроінженерія»
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ **А.В. Войтік**
« ____ » _____ **2023 р.**

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

_____ **Солоньку Ігору Володимировичу** _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Удосконалення технологічної операції вирівнювання ґрунту
при вирощуванні озимого ріпаку»

керівник проекту Пушка Олександр Сергійович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Студент _____
(підпис)

Солонько І.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____
(підпис)

Пушка О.С.
(прізвище та ініціали)

3MCT

1. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ВИРІВНЮВАННЯ ҐРУНТУ ПІД ПОСІВ ОЗИМОГО РІПАКУ

1.1. Суть технології виробництва озимого ріпаку та рекомендована технологія.

Кращими попередниками озимого ріпаку в сівозміні є чорний або зайнятий пар, зернові бобові культури, злаково- бобові суміші на зелений корм. Ріпак на зелений корм сіють після озимої пшениці або ячменю. Не слід висівати його раніше як через 4-5 років після культур родини капустяних. Ріпак є добрим попередником озимих і ярих культур, а також проміжних культур у районах достатнього зволоження та в умовах зрошення.

Обробіток ґрунту та посів озимого ріпаку. Підготовка до посіву починається з моменту збору попередника.

Важливо враховувати під час жнивування таке:

- соломі потрібно добре подрібнювати (часточки до 5 см);
- рівномірно розподіляти подрібнений матеріал на ширину захвату агрегату;
- рештки соломи слід добре розподіляти.
- стерня після скошування має бути короткою;

Солома не має створювати проблем під час висіву та подальших операцій як після оранки, так і за полицевої системи обробітку ґрунту (наприклад, «матрац» із соломи на поверхні поля або неможливість ущільнення підорного шару ґрунту під час прикотковування).

Що більше соломи і що менше часу на польові роботи, то інтенсивніше й глибше слід загортати цю соломі. За наявності 10 ц/га соломи, її треба загортати приблизно на 1,5 см в ґрунт. Залишок великої кількості органічних речовин на поверхні ґрунту перешкоджає проростанню насіння та дії гербіцидів. За великої кількості соломи виправдано внесення азоту (швидкодіючі нітратні форми) з орієнтовною нормою 1 кг/ц соломи для сприяння її розкладанню.

Вимоги до ґрунту. Озимий ріпак вимогливий до ґрунту. Добре росте на чорноземах і сірих лісових ґрунтах, які мають нейтральну або слабокислу реакцію

грунтового розчину (рН 6,6-7,2). Не рекомендується вирощувати його на піщаних та супіщаних ґрунтах, тому що вони не втримують вологу. Непридатні для вирощування озимого ріпаку важкі глинисті, заболочені, засолені ґрунти.

Вибір попередника. Основною вимогою ріпаку до попередника є раннє звільнення поля для проведення якісного обробітку ґрунту. Озимий ріпак може вирощуватись по більшості попередників. Найкращими попередниками є багаторічні бобові трави, добрі - горох, однорічні трави, задовільні - зернові колосові культури, несприятливі - овес і яра пшениця. Повертати ріпак на попереднє місце у сівозміні можна не раніше як через 4-5 років. При сучасній структурі посівних площ озимий ріпак висівають після озимих зернових.

Система удобрення. Озимий ріпак добре реагує на внесення добрив, оскільки від цього залежить зимостійкість рослин та стійкість до шкідників та хвороб. Особливо важливими для формування врожаю є фосфорні і калійні добрива. Для формування 1 т основної продукції ріпаку з ґрунту виноситься 53-55 кг азоту, 22-24 кг фосфору, 65-67 кг калію. Дози внесення мінеральних добрив під озимий ріпак залежать від типу ґрунту, вологозабезпеченості, сорту та рівня запланованого врожаю. При вирощуванні озимого ріпаку за інтенсивною технологією рекомендується внесення добрив в дозі $N_{80-120}P_{60-70}K_{80-120}$. Фосфорні і калійні добрива вносять під оранку чи культивацію. Азотні добрива N_{25-30} вносять з осені або перед сівбою лише після зернових попередників. Надмірне азотне живлення в осінній період погіршує перезимівлю культури.

Перше підживлення азотними добривами (N_{20-30}) проводять на початку відновлення весняної вегетації, друге - через 14-20 днів (N_{30}). За нестачі мінеральних добрив або коштів на їх придбання можна провести лише одне підживлення.

Обробіток ґрунту. *Основний обробіток.* При розміщенні озимого ріпака після озимих зернових культур доцільно проводити напівпаровий обробіток ґрунту, який включає лущення стерні після збирання попередника, оранку на глибину 20-22 см і культивацію на глибину 5-6 см. При наявності багаторічних коренепаросткових бур'янів оранку проводять на глибину 23-25 см.

На чистих від бур'янів полях оранку можна замінити обробітком дисковими знаряддями або плоскорізами на глибину 18-20 см з дотриманням основних агротехнічних вимог

Передпосівний обробіток ґрунту. Перед сівбою проводиться передпосівна культивуація з боронуванням та шлейфуванням. Після цього поле коткується для вирівнювання поверхні та придання ґрунту дрібно-грудкової структури. Більш якісний передпосівний обробіток забезпечують комбіновані агрегати (РВК-3,6, ЛК-4, "Європак" та ін.).

При гербіцидній технології вирощування під передпосівну культивуацію або до сходів вносять ґрунтові гербіциди (Дуал Голд 960 ЕС, к.с. 1,6 л/га; Лассо, мк.с. 4,0-5,0 л/га; Бутізан 400, к.с. 1,75-2,5 л/га .

Підготовка насіння. Насіння озимого ріпаку повинно відповідати за посівними якостями вимогам Держстандарту. Перед сівбою насіння ріпаку протруюють рекомендованими препаратами від шкідників та хвороб (Вітавакс 200 ФФ, з.п. 2,0-3,0 кг/т + 10 л/т води; Космос 250, т.к.с. 8,0 л/т; Фурадан 35 СТ, т.пс. 15,0 кг/т; Чинук, 20%, т.к.с. 20,0 л/т).

Сівба. *Строки сівби.* Озимий ріпак необхідно висівати на 2-3 тижні раніше озимої пшениці - в період з 20 по 25 серпня. Як виняток, допускається висівання ріпаку до першого вересня. Раннє висівання або висівання з запізненням приводить до значного зниження врожайності, а іноді й до загибелі посівів. В залежності від забезпеченості вологою в посівному шарі ґрунту строки сівби можна переносити на кілька днів раніше або пізніше.

Способи сівби. Кращим способом сівби озимого ріпаку є звичайний рядковий з застосуванням сівалок Клен-6, Клен-4,5, Vaderstadt RDA 800С, СЗ-3,6, СЗ-5,4, СЗТ-3,6 та ін. На насінницьких посівах сівбу озимого ріпаку проводять широкорядним способом з шириною міжрядь 45 см і використовують для цього сівалки точного висіву, як при сівбі цукрових буряків.

Норма висіву озимого ріпаку залежить від ґрунтово-кліматичних умов, якості посівного матеріалу та особливостей сорту. Оптимальна норма висіву озимого ріпаку при сівбі рядковим способом становить 1,5-1,7 млн. шт. схожих

насінин на гектар (4-6 кг/га). При сівбі широкорядним способом норма висіву складає 0,9-1,2 млн. шт. насінин на гектар.

Глибина загортання насіння залежить від наявності вологи в верхньому шарі ґрунту, типу ґрунту та якості його підготовки. Глибина загортання насіння складає 3-4 см, а на важких ґрунтах - 2-3 см.

Догляд за посівами. При нестачі вологи в ґрунті після сівби озимого ріпаку поле прикочують кільчасто-шпоровими або гладкими водоналивними котками. При утворенні кірки через 2-5 днів після сівби проводять досходове боронування посівними боролами (ЗБП-0,6А). На широкорядних посівах проводять міжрядний обробіток.

На сильно забур'яненних посівах вносять рекомендовані гербіциди (Арамо 45, к.с. 1,0-2,0 л/га; Фуроре Супер, м.в.е. 0,8-1,2 л/га; Фюзілад Форте 150 ЕС, к.е. 1,0-2,0 л/га; Пантера, к.е. 1,75-2,0 л/га; Селект 120, к.е. 1,4-1,8 л/га). Вибір препарату залежить від виду бур'янів.

Боротьба з шкідниками та хворобами. В період сходів, інтенсивного росту та формування насіння рослини озимого ріпаку пошкоджуються хрестоцвітними та ріпаковими блішками, біланом, ріпаковим прихованохоботником, ріпаковим квіткоїдом, капустяним стручковим комариком та іншими шкідниками. При виявленні шкідників вище порогу шкодочинності (таблиця) проводять обробіток посівів відповідними інсектицидами (Альфагарт 100, к.е. 0,15 л/га; Бульдок, к.е. 0,3 л/га; Золон 35, к.е. 1,5-2,0 л/га; Карате 050 ЕС, к.с. 0,1-0,15 л/га; Сумі-Альфа, к.е. 0,3 л/га; Фастак, к.е. 0,1-0,15 л/га; Ф'юрі, в.е. 0,1 л/га; Циклон, к.е. 0,1-0,15 л/га).

Хвороби завдають менше шкоди рослинам озимого ріпаку, порівняно з шкідниками. До числа найбільш поширених хвороб відносяться сіра гниль, несправжня борошниста роса, пероноспороз і септоріоз та ін. При появі перших ознак хвороби посіви обробляють фунгіцидами (Форсаж 500 SC, к.с. 0,6 л/га; Ридоміл Голд МЦ, 68WG, в.г. 2,5 кг/га; Альєтт, з.п. 1,2-1,8 л/га).

Збирання врожаю. Для прискорення і одночасного дозрівання насіння озимого ріпаку за 7-10 днів до збирання проводять десикацію посівів гліфоганом 480 (3 л/га). На полях, забур'яненних пирієм та при враженні посівів фомозом,

сірою гниллю доцільно провести їх обробіток при побурінні 70 % стручків у ріпаку або за два тижні до збирання — домінатором (3 л/га). Він знищує бур'яни і підсушує рослини. Десикація зменшує втрати насіння при збиранні та економить витрати на досушення насіння.

Складність збирання ріпаку пов'язана з нерівномірністю його дозрівання та схильністю стручків до розтріскування. Тому визначення оптимальних строку та способу збирання є дуже важливим. Збирати ріпак можна як прямим комбайнуванням, так і роздільно. Оптимальна вологість при збиранні становить 12 %. Роздільне збирання при вологості насіння нижче 10 % не рекомендується через високі втрати викликані обсіпанням. При вологості насіння понад 14 % втрати, пов'язані із сушінням, перевищують економію, отриману при збиранні.

Пряме комбайнування проводять на незабур'янених посівах з рівномірним визріванням стручків до початку їх розтріскування, у фазі повної стиглості насіння. Кількість недозрілого насіння не повинна перевищувати 3 %, вологість - 15 %, Для запобігання втрат висота зрізу повинна бути на 2-5 см нижче рівня нижнього ярусу стручків.

В більшості господарств віддають перевагу роздільному способу збирання, бо при цьому втрати насіння зводяться до мінімуму. Скошувати озимий ріпак у валки починають при пожовтінні нижніх стручків і побурінні (почорнінні) в них насіння. Вологість насіння при цьому повинна бути в межах 30-35 %. Запізнення із збиранням достиглих стручків призводить до їх розтріскування і, як наслідок, до втрат врожаю.

Обмолочують озимий ріпак комбайнами ДОН-1500Б, MF-38," Домінатор ", "Славутич", "Лан", "Джон-Дір" що обладнані пристосуваннями для обмолоту мілконасінних культур. Для підбора валків жниварки комбайнів обладнують полотняно-транспортними підбирачами типу ПТП-2,4Б або ППТ-3А. При сухій і жаркій погоді обмолот проводять рано вранці або пізно ввечері, щоб під час підбирання валків насіння із сухих стручків менше висипалося і не пошкоджувалось.

Насіння ріпаку, що надходить від комбайну потрібно негайно очистити і досушити. Для первинного очищення насіння ріпаку можна використовувати насіннесочисні машини типу ОВС-25, "Петкус", СМ-4, ЗАВ-20 доукомплектовані решетами. Досушування насіння ріпаку можна проводити в зерносушильних установках марки "Україна".

З метою економії коштів на досушування зерна ріпаку з підвищеною вологістю доцільно застосовувати в господарстві роздільне збирання, що дозволяє одержати насіння з вологістю не більше 10-12 %.

1.2. Розрахунок технологічної карти та оптимального комплексу машин для виробництва озимого ріпаку

При складанні технологічної карти доцільно виділити окремі технологічні цикли, що об'єднують сукупність операцій зі спільною метою (основний обробіток ґрунту, сівба, догляд за посівами, збирання врожаю), оскільки операції в технологічному циклі взаємопов'язані агротехнічними вимогами і часовими рамками. Для сумісних операцій календарні строки повинні бути однакові. Наприклад, внесення органічних добрив та оранка; підведення насіння, мінеральних добрив та сівба; збирання і транспортування врожаю.

Всі показники технологічної карти розраховуються.

Для прикладу розрахунок техніко-економічних показників приведемо по лущенні стерні.

Лущення проводиться Т-150К+ЛДГ-15. Змінна продуктивність $W_{зм}=57,3$ га/зм. Витрата палива 2,8 кг/га.

1 .Визначаємо годинну продуктивність за формулою:

$$W_{год} = \frac{W_{зм}}{T_{зм}}, \text{ га / год} \quad (1.1)$$

де $T_{зм}$ - тривалість зміни, год; $T_{зм} = 7$ год

$$W_{год} = \frac{57,3}{7} = 8,2 \text{ га / год}$$

2.Визначаємо денну продуктивність агрегату за формулою:

$$W_{\partial} = W_{p_{\partial}} \cdot T_{\partial}, \text{ га / день} \quad (1.2)$$

де T_{∂} - тривалість дня, год.; $T_{\partial} = 10$ год.

$$W_{\partial} = 8,2 \cdot 14 = 114,6 \text{ га / день}$$

3. Визначаємо продуктивність агрегату за агрострок

$$W_a = W_{\partial} \cdot D_p, \text{ га / агр} \quad (1.3)$$

де D_p - кількість днів; $D_p = 2$

$$W_a = 114,6 \cdot 2 = 229 \text{ га / агр}$$

4. Визначаємо кількість виконаних нормозмін за формулою:

$$H_{зм} = \frac{W_{заг}}{W_{зм}} \quad (1.4)$$

де $W_{заг}$ - площа поля, га; $W_{заг} = 200$ га

$$H_{зм} = \frac{200}{57,3} = 3,5$$

5. Визначаємо обсяг роботи в ум.ет.га за формулою:

$$W_{ум.ет.га} = H_{зм} \cdot W_{ет.тр}, \text{ ум.ет.га} \quad (1.5)$$

де $W_{ет.тр.}$ - еталонна продуктивність трактора за зміну

$$W_{ет.тр(ХТЗ-17021)} = 11,55 \text{ ум.ет.га}$$

$$W_{ум.ет.га} = 3,5 \cdot 11,55 = 40,4 \text{ ум.ет.га}$$

6. Визначаємо затрати праці на одиницю роботи за формулою:

$$З_{\Pi} = \frac{n_0 + n_{\partial}}{W_{p_{\partial}}} \quad (1.6)$$

де n_0 – кількість основних працівників, $n_0 = 1$;

n_{∂} - кількість допоміжних працівників, $n_{\partial} = 0$

$$З_{\Pi} = \frac{1}{8,2} = 0,24 \text{ люд.год / га}$$

7. Визначаємо затрати праці на весь обсяг роботи за формулою:

$$З_{ПЗ} = З_{\Pi} \cdot W_{заг}, \text{ люд.год} \quad (1.7)$$

$$З_{ПЗ} = 0,24 \cdot 200 = 48 \text{ люд.год}$$

8.Визначаємо витрату палива на операцію за формулою;

$$Q = W_{заг} \cdot q_{га}, \text{ кг} \quad (1.8)$$

де $q_{га}$ – витрата палива на 1 га, кг/га

$$Q = 200 \cdot 2,8 = 560 \text{ кг}$$

Необхідна кількість тракторів визначається за формулою:

$$n_{тр} = \frac{W_{заг}}{W_{агр}}, \text{ шт} \quad (1.9)$$

$$n_{тр} = \frac{200}{229} \approx 1 \text{ тр.}$$

Необхідна кількість СГМ:

$$n_{сгм} = n_{тр} \cdot n_{вагр}, \text{ шт} \quad (1.10)$$

де $n_{вагр}$ - кількість с/г машин в агрегаті

$$n_{сгм} = 1 \cdot 1 = 1 \text{ маш}$$

1.3. Вибір оптимальної потреби машин для виробництва озимого ріпаку

Для вибору складу МТП, нам потрібно вибрати критерії оптимальності, таким критерієм може бути: мінімум приведених затрат, поточних затрат на використання МТП, енергомісткість машин, капітальних вкладень на придбання с/г техніки тощо. Найчастіше вибирають мінімум приведених затрат на виконання потрібного обсягу робіт в установлені агротехнічні строки, цей критерій виберемо і ми.

Таблиця 1.1

Необхідна кількість тракторів

Марка трактора	Необхідна кількість
T-150	1
T-150K	3

МТЗ-80	6
ЮМЗ-6	2

Таблиця 1.2

Необхідна кількість с/г машин

Назва СГМ	Марка СГМ	Кількість
Плуг	ПЛП-6-35	1
Луцильник дисковий	ЛДГ-15	1
Культиватор	КПШ-9	1
Культиватор	КПС-4	2
Вирівнювач	ВП-8	1
Котки	ЗККШ-6	2
Розкидач мінеральних добрив	МВУ-8	1
Змішувач	АПЖ-12	1
Сівалка	КЛЕН-4,5	1
Протруювач насіння	ПС-10	1
Розкидач органічних добрив	ПРТ-10	3
Оприскувач	ОПШ-15	2
Причіп	2ПТС-4	2
Розкидач мінеральних добрив	МВУ-5	2
Змішувач та навантажувач	УТМ-30	1
Причіп	2ПТС-4-887	7
Місткість для перевезення води	ВР-3	2
Навантажувач	ПФ-0,75	1
Навантажувач мінеральних добрив	СЗУ-20	1
Навантажувач	ПФП-2	1
Зчіпки	СГ-21, СП-11	1

1.4. Технологічні особливості підготовки ґрунту до сівби озимого ріпаку

Для доброго інтенсивного розвитку кореневої системи озимого ріпаку після всіх попередників рекомендується орати на глибину 22-30 см. Якщо попередник рання картопля, можна обмежитись поверхневим обробітком.

Через два тижні після оранки поверхневим обробітком ґрунту знищують першу хвилю пророслих бур'янів, а передпосівним обробітком - другу. Оскільки після зернових замість рекомендованих 3-4 тижні, до сівби ріпаку часто залишається 2 тижні, особливу увагу звертають на якість оранки. Плуг для прискорення осідання ґрунту агрегатують з котком і боронами.

Для передпосівного обробітку при вирощуванні ріпаку використовують комбіновані агрегати - РВК-3,6, АП-6 та ін., які забезпечують ущільнення верхнього шару ґрунту і створюють його дрібногрудочкувату структуру. Глибина ходу розпушувальних лап повинна відповідати глибині сівби і становити не більше 3-4 см. Під дією комбінованих знарядь ґрунт додатково осідає, що компенсує недотримання інтервалу тривалістю 1 місяць між оранкою і сівбою.

Ефективним заходом підвищення схожості насіння озимого ріпаку є вирівнювання поверхні поля перед передпосівним обробітком ґрунту. Цей захід поверхневого обробітку ґрунту застосовують в основному на весні, проте його з успіхом можна використовувати і в восени особливо при сівбі культур, які мають мілке насіння, зокрема і озимого ріпаку.

В порівнянні з боронуванням вирівнювання ґрунту вирівнювачами забезпечує рівномірніше загортання насіння культурних рослин в ґрунт, що сприяє створенню сприятливих умов для появи дружніх сходів та сприяє проростанню насіння бур'янів і верхньому шарі ґрунту, сходи яких знищують наступним передпосівним обробітком ґрунту. Дуже важливо це те, що на вирівняному полі підвищується якість сівби, полегшується догляд за посівами і збирання врожаю.

Вирівнювачі ґрунту краще працюють на легких і структурних ґрунтах і гірше на важких і розпилених. Ефективність вирівнювання підвищується при достатній гребенястості ріллі. Поліпшити умови використання вирівнювачів

можна шляхом попереднього боронування. Не можна проводити вирівнювання не дуже вологих і сухих ґрунтах.

Однією з головних агротехнічних вимог до сівби озимого ріпаку є рівномірність висіву у вертикальній площині, під якою розуміють загортання насіння в підготовлений до посіву ґрунт на однакову глибину. Ця глибина визначається вологістю ґрунту під час сівби і його фізичними властивостями, розміром насіння та біологічними особливостями рослин, а також вирівняністю поверхні поля

Основні агротехнічні вимоги до вирівнювання ґрунту наведені в табл. 1.3

Таблиця 1.3- Агротехнічні вимоги до вирівнювання ґрунту і способи визначення показників якості роботи

Показник	Спосіб визначення
Тривалість вирівнювання поля повинна становити 2 – 3 дні	Своєчасність виконання операції визначають шляхом порівняння фактичного і заданого строків
Відсутність огріхів	Огляд поля по діагоналі
Кришення ґрунту. Кількість грудок діаметром 5 см і більше, %	5 – 10 зразків з ділянок 40х25 см, зважують і просівають через сито з отворами діаметром 5 см
Вирівняність поверхні (висота гребенів), см	Визначають через 100 м по діагоналі поля шляхом накладання рейки довжиною 2 – 3 м і вимірювання віддалі від неї до поверхні поля
Глибина розпушування 3 – 5 см.	По діагоналі поля здійснюють 100 замірів і визначають середнє значення
Відсутність на волоків і глибоких колій	Визначають візуальним оглядом поля
Висота гребенів між сусідніми секціями – не більше 2 см, а між суміжними проходами – 4 см.	По діагоналі поля здійснюють 100 замірів і визначають середнє значення

На важких і вологих ґрунтах насіння загортається на меншу глибину, а на легких і сухих – на більшу. Запізнiла сiвба у пересохлий ґрунт або відсутність дощів до моменту висіву викликають збільшення глибини загортання насіння. Глибина загортання насіння озимого ріпаку не повинна перевищувати 5 см.

Як і в інших культур, так і в озимого ріпаку збільшення глибини загортання насіння на кожен сантиметр понад норму затримує сходи на 2 – 3 дні.

Яка б не була встановлена агротехнікою глибина сівби, усе висіяне насіння повинно бути загорнуте на однакову глибину. Недодержання цього правила, особливо якщо різниця в глибині загортання насіння значна, призводить до зменшення врожаю через неодноразовість сходів та їхню зрідженість та неодноразовість дозрівання.

1.5. Розрахунок показників технологічної операції вирівнювання ґрунту

Аналіз умов роботи

- Площа поля – 200 га,
- довжина поля – 500 м,
- клас ґрунту – 5,
- рельєф поля – 0 %,
- група поля – 3,
- внутрішньогосподарські перевезення – 3 км.

Агротехнічні вимоги та нормативи.

Вирівнювання ґрунту розпочинають слідом за ранньовесняним боронуванням або розпушенням, коли шар ґрунту на гребенях має сірий колір, легко кришиться і не прилипає до робочих органів. Дану операцію на одному полі необхідно проводити за один день, а в сільськогосподарському господарстві – за один – три дні. Якщо ґрунт перезволожений або ущільнений, його спочатку обробляють важкими боронами, культиваторами на глибину 5 – 6 см або дисковими лушпильниками. При недостатньому зволоженні та в суху погоду поверхню поля вирівнюють без попереднього обробітку. Товщина верхнього розпушеного шару не повинна перевищувати 3 см.

На поверхні вирівняного поля повинно бути не більше 20 % грудочок розміром 20 мм і до 5 % розміром до 50 мм. При вирівнюванні бур'яни

знищуються не менше ніж на 70 %. Висота гребенів після вирівнювання не повинна перевищувати 2, між суміжними проходами – 4 см.

Рекомендовано щоб агрегат рухався під кутом 45 – 50 градусів до напрямку оранки. Якщо за один прохід агрегату не вдається добре вирівняти площу, тоді повторно проводять вирівнювання в напрямку першого обробітку.

Українська дослідна станція по олійних культурах рекомендує для господарств вирівнювати зяб, що сприяє дружнішому проростанню бур'янів, підвищує ефективність передпосівної культивуації.

Потрібно створити рівну поверхню оранки, пухкий дрібногрудочкуватий шар з ущільненим нижнім, щоб забезпечити швидке постивання ґрунту, рівномірне загортання насіння, дружне проростання бур'янів.

Вибір та розрахунок раціонального складу МТА

Склад агрегату Т-150К + вирівнювач ґрунту,

Згідно даних робоча швидкість вирівнювача не повинна перевищувати 8,5 км/год. Дотримання цієї вимоги можна досягнути, якщо трактор Т-150К буде рухатись на першій або другій передачі. Теоретична швидкість руху трактора на зазначених передачах відповідно становить:

$$V_1 = 7,45 \text{ км/год};$$

$$V_2 = 8,53 \text{ км/год}.$$

Визначимо величину тягового зусилля трактора $P_{\text{гак } i}$ на вибраних передачах з врахуванням умов роботи

$$P_{\text{гак } i} = P_n - P_f - P_\alpha \quad (1.11)$$

де P_n - номінальне тягове зусилля трактора на i -тій передачі, кН;

P_f - сила опору перекочування трактора, кН;

P_α - сила опору рухові трактора на підйом, кН;

Номінальне тягове зусилля трактора Т-150К становить:

$$P_{n1} = 45 \text{ кН};$$

$$P_{n2} = 45 \text{ кН};$$

Силу опору перекочування трактора визначають за формулою:

$$P_f = G_{\text{тр}} \cdot f_{\text{тр}} \quad (1.12)$$

де $G_{\text{тр}}$ - вага трактора, кН. ($G_{\text{тр}}=76$ кН);

$f_{\text{тр}}$ - коефіцієнт опору коченню трактора ($f_{\text{тр}}=0,18$ на зораному полі).

Тоді,

$$P_f = 76 \cdot 0,18 = 13,7 \text{ кН.}$$

Оскільки поле абсолютно рівне то $\alpha=0$. Отже на вибраних передачах зусилля трактора на гаку буде становити:

$$P_{\text{гак I}} = 45 - 13,7 = 31,3 \text{ кН}$$

$$P_{\text{гак II}} = 41 - 13,7 = 27,3 \text{ кН}$$

Оскільки трактор Т-150К може агрегуватися лише з одним вирівнювачем, то розрахунки по визначенню максимальної ширини захвату агрегату і кількості вирівнювачів в агрегаті проводити недоцільно.

Визначимо питомий опір сільськогосподарської машини при русі на i -тій передачі за формулою:

$$K_i = K_0 [1 + \Delta(V_{pi} - V_0)] \quad (1.13)$$

де K_0 - питомий опір сільськогосподарської машини при швидкості руху

$$V_0 = 5 \text{ км/год, кН./м, } (K_0 = 1 \text{ кН./м});$$

Δ - темп приросту питомого опору сільськогосподарської машини при збільшенні робочої швидкості на 1 км/год, ($\Delta = 0,02 \dots 0,03$);

V_{pi} - робоча швидкість руху, км/год.

Тоді,

$$K_I = 1 \cdot [1 + 0,03 \cdot (7,45 - 5)] = 1,07 \text{ кН/м;}$$

$$K_{II} = 1 \cdot [1 + 0,03 \cdot (8,53 - 5)] = 1,1 \text{ кН/м.}$$

Оскільки нахил поля $i=0$, то загальний опір агрегату на вибраних передачах визначається за формулою:

$$R_{\text{ар}i} = K_i \cdot B_m \cdot n_{\phi} + G_{\text{зч}} \cdot (f_{\text{зч}} + \frac{i}{100}) \quad (1.14)$$

де B_m - конструктивна ширина захвату вирівнювача, м, ($B_m = 16,3$ м);

n_f - фактична кількість машин в агрегаті;

$G_{зч}$ - вага зчіпки, кН.

Вирівнювач ґрунту зкомплектований на базі зчіпки СП-16, у якої

$G_{зч} = 23,6$ кН, коефіцієнт опору перекочування зчіпки $f_{зч} = 0,18$.

Тоді,

$$R_{агр I} = K_I \cdot B_m + G_{зч} \cdot f_{зч} = 10,7 \cdot 16,3 + 23,6 \cdot 0,18 = 21,7 \text{ кН.}$$

$$R_{агр II} = K_{II} \cdot B_m + G_{зч} \cdot f_{зч} = 1,1 \cdot 16,3 + 23,6 \cdot 0,18 = 22,2 \text{ кН.}$$

Визначимо робочу швидкість руху агрегату

$$V_p = V_t \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100}\right) \quad (1.15)$$

де V_t - теоретична швидкість руху трактора на i -тій передачі;

δ - коефіцієнт буксування.

Коефіцієнт буксування визначається за формулою:

$$\delta = 12,5 \cdot \frac{R_{агр i}}{F_{\max}} + 100 \cdot \left(\frac{R_{агр i}}{F_{\max}} - 0,1\right)^6 + 2,75$$

де $F_{\max}$ - максимальна сила зчеплення ходового апарату трактора з ґрунтом.

Максимальну силу зчеплення трактора Т-150К визначають за формулою:

$$F_{\max} = \mu \cdot G_{тр} \quad (1.16)$$

де μ - коефіцієнт зчеплення ($\mu = 0,4$);

$G_{тр}$ - вага трактора, кН.

Отже,

$$F_{\max} = 0,4 \cdot 76 = 30,4 \text{ кН.}$$

Тоді,

$$\delta_I = 12,5 \cdot \frac{21,7}{30,4} + 100 \cdot \left(\frac{21,7}{30,4} - 0,1\right)^6 + 2,75 = 17,02$$

$$\delta_{II} = 12,5 \cdot \frac{22,2}{30,4} + 100 \cdot \left(\frac{22,2}{30,4} - 0,1\right)^6 + 2,75 = 18,15$$

Отже, робочі швидкості на вибраних передачах становлять:

$$V_{pI} = 7,45 \cdot \left(1 - \frac{17,02}{100}\right) = 6,2$$

$$V_{pII} = 8,53 \cdot \left(1 - \frac{18,15}{100}\right) = 6,98$$

Правильність розрахунку складу агрегату і режимів його роботи визначають, підраховуючи коефіцієнт використання тягового зусилля трактора за формулою:

$$\eta_i = \frac{R_{\text{агр}}}{P_{\text{гак}}} \quad (1.17)$$

Тоді,

$$\eta_I = \frac{21,7}{31,3} = 0,69$$

$$\eta_{II} = \frac{22,2}{27,3} = 0,8$$

Допустиме значення коефіцієнта використання тягового зусилля $[\eta] = 0,9 \dots 0,96$.

Отже, коефіцієнти використання тягового зусилля на обох передачах є меншими за допустиме значення, тобто робочими передачами може бути I і II передачі, але для більшої продуктивності доцільно агрегувати вирівнювач на другій передачі.

Вибір способу руху та технологічні розрахунки

Згідно даних приймаємо човниковий спосіб руху агрегату.

Визначаємо коефіцієнт використання робочих ходів:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x} \quad (1.18)$$

де φ - коефіцієнт використання робочих ходів;

L_p - середня довжина гону, м;

L_x - довжина холостого ходу агрегату, м.

Середня довжина гону, м

$$L_p = L - 2E \quad (1.19)$$

де L - довжина гону, м ($L=500$ м);

E – ширина поворотної смуги, м.

Ширина поворотної смуги

$$E_p = 3R + e \quad (1.20)$$

де R - радіус повороту агрегату, м ($R=V_p=16.3$ м);

e - довжина виїзду агрегату, м.

Довжину виїзду агрегату визначають за формулою:

$$L = (0,5 \dots 0,75)(L_{\text{тр}} + L_{\text{зч}} + L_{\text{м}}) \quad (1.21)$$

де $L_{\text{тр}}$, $L_{\text{зч}}$, $L_{\text{м}}$ – кінематична довжина, відповідно трактора, зчіпки і сільськогосподарської машини.

$L_{\text{тр}}=2,4$ м, $L_{\text{зч}}=7,2$ м, $L_{\text{м}}=2$ м.

Тоді, $L = (0,5 \dots 0,75)(2.4 + 7.2 + 2) = 5.8 \dots 8.7$ м.

Приймаємо $L=8$ м.

Отже, $E_p = 3.16 + 8 = 57$ м.

Фактичне значення ширини поворотної смуги приймаємо з умови:

$$E_{\phi} = n \cdot V_p \geq E_p \quad (1.22)$$

де n – коефіцієнт кратності ($n=1,2,3,\dots, i$).

Приймаємо $n=4$.

$E_{\phi} = 4 \cdot 16,3 = 65,2$ м.

Тоді, $L_p = L - 2E_{\phi} = 500 - 2 \cdot 65.2 = 369,6$ м.

Довжину холостого ходу агрегату визначаємо в залежності від способу руху, для даного способу руху довжина холостого ходу буде :

$$L_x = 6R + 2e \quad (1.23)$$

Тоді,

$L_x = 6 \cdot 16.3 + 2 \cdot 8 = 113.8$ м.

Отже, коефіцієнт використання робочих ходів буде:

$$\varphi = \frac{369.6}{369.6 + 113.8}$$

Розрахунок продуктивності агрегату і витрати палива.

Змінну норму виробітку агрегату можна визначити за формулою:

$$H = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p \quad (1.24)$$

де B_p – робоча ширина захвату, м ($B_p = 16,3$ м);

V_p – робоча швидкість руху, км/год ($V_p = 6,98$ км/год);

T_p – чистий робочий час зміни, год.

Чистий робочий час агрегату протягом зміни становить:

$$T_p = \frac{T_{зм} - (T_{пз} + T_{обс} + T_{воп})}{1 + \tau_{пов}} \quad (1.25)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, год ($T_{зм} = 7$ год);

$T_{пз}$ – підготовчо - заключний час, год. ($T_{пз} = 0,63$);

$T_{обс}$ – час організаційно-технічного обслуговування агрегату (очищення робочих органів, перевірка якості роботи, регулювання і т.д.);

$T_{воп}$ – витрати часу на відпочинок та особисті потреби, год. ($T_{воп} = 0,5$ год.);

$\tau_{пов}$ - коефіцієнт тривалості поворотів.

Величину коефіцієнта тривалості поворотів підраховуємо за формулою:

$$\tau_{пов} = \frac{1 - \varphi}{\varphi} \quad (1.26)$$

Тоді,

$$\tau_{пов} = \frac{1 - 0,76}{0,76} = 0,32$$

Для механізованих процесів, не пов'язаних із збиранням, розподілом матеріалів чи з вивантаженням цих матеріалів при русі, умовно приймаємо, що агрегат зупиняється для технологічного обслуговування через кожну годину роботи, тоді:

$$T_{обс} = 7t_3 \quad (1.27)$$

де t_3 – тривалість однієї зупинки агрегату, год. ($t_3=0,02$ год.);

Тоді,

$$T_{\text{обс}} = 7 \cdot 0,02 = 0,14 \text{ год.}$$

Отже, норма виробітку агрегату дорівнює:

$$H = 0,1 \cdot 16,3 \cdot 6,98 \cdot 4,3 = 48,9 \text{ га.}$$

Чистий робочий час роботи агрегату за зміну становить:

$$T_p = \frac{7 - (0,63 + 0,14 + 0,5)}{1 + 0,32} = 4,3 \text{ год.}$$

Продуктивність агрегату за годину змінного часу становить

$$W = H / T_{\text{зм}} = 48,9 / 7 = 6,98 \text{ га/год.}$$

При коефіцієнті використання часу зміни

$$\tau = T_p / T_{\text{зм}} = 4,3 / 7 = 0,6.$$

Норму витрат палива можна визначити за формулою:

$$Q = \frac{T_p \cdot G_p + T_{\text{пов}} \cdot G_{\text{пов}} - T_{\text{пер}} \cdot G_{\text{пер}} + T_{\text{зуп}} \cdot G_{\text{зуп}}}{H} \quad (1.28)$$

де $T_{\text{пов}}$, $T_{\text{пер}}$, $T_{\text{зуп}}$ – затрати часу протягом зміни відповідно на повороти

($T_{\text{пов}} = \tau_{\text{пов}} \cdot T_p = 0,32 \cdot 4,3 = 1,4$ год), переїзди і на зупинках.

G_p , $G_{\text{пов}}$, $G_{\text{пер}}$ і $G_{\text{зуп}}$ – норматив витрат палива відповідно на виконання основної роботи, при поворотах, переїздах і на зупинках:

$$G_p = 26 \text{ кг/год}, G_{\text{пов}} = 13 \text{ кг/год}, G_{\text{пер}} = 11 \text{ кг/год} \text{ і } G_{\text{зуп}} = 2,6 \text{ кг/год.}$$

Приймемо, що тривалість переїздів на поле і назад складає $25 \text{ хв} = 0,42$ год,
на зупинках $72 \text{ хв.} = 1,2$ год.

Отже,

$$Q = \frac{4,3 \cdot 26 + 1,4 \cdot 13 + 0,42 \cdot 11 + 1,2 \cdot 2,6}{48,9} = 3,4 \text{ кг/га,}$$

Підготовка агрегату до роботи.

При підготовці вирівнювачів до роботи їх установлюють на рівному майданчику, перевіряють комплектність, стан робочих органів, вирівнюючих і ущільнюючих щитів, зчіпку.

При підготовці агрегатів на базі вирівнювачів на брусі зчіпки закріплюють кронштейни для з'єднання зчіпки з поводками вирівнювачів. Кронштейни закріплюють крюком, рівним ширині захвату одного вирівнювача за мінусом 0,15 - 0,20 м для перекриття між вирівнювачами. Для рівномірного ходу вирівнювачів лінія тяги поводів повинна бути направлена під кутом 15-20 до горизонту.

Робота агрегату у загінці.

1. Агрегат для вирівнювання виводять на лінію першого проходу.

2. Під час роботи вирівнювачів не повинна не можна допускати “нагортання” ґрунту, створення ґрунтових валків. Після проходу вирівнювача ґрунт повинен мати рівну поверхню з мульчованим шаром завтовшки 2-3 см.

3. Вирівнювач під час руху нижньою гранню попереднього щитка зрізують гребені й засипають впадини, а задній – вирівнює мікрорельєф, ущільнює ґрунт, подрібнює грудки. При згрібанні ґрунту передньою гранню, якщо вона заглиблюється у ґрунт, причіпний пристрій спускають по грані нижче, а якщо передня грань “плаває”, то місце закріплення причіпного пристрою на вирівнювачі піднімають вище. Якщо волокуша недостатньо зрізує гребені, то на кожен секцію додають вантаж.

4. Після закінчення вирівнювання всього поля обробляють поворотні смуги.

Контроль якості роботи.

1. Вирівняність поверхні визначають по діагоналі поля через 80-100 м впоперек руху агрегату накладаючи 3-метрову рейку і через кожні 10 см заміряють висоту гребенів, підраховують середнє значення.

2. Кришіння ґрунту (кількість грудочок діаметром 2 см) визначають по діагоналі поля через кожні 80-100 м. Для цього накладають рамку 40 x 25 см, відбирають пробу з розпушеного шару, зважують, просівають через сито з отворами 2 см і визначають масу грудок, що залишилися на ситі.

2. КОНСТРУКТИВНЕ УДОСКОНАЛЕННЯ ВИРІВНЮВАЧА

2.1. Огляд конструкцій вирівнювачів ґрунту

Для створення рівної поверхні оранки для рівномірного загортання насіння використовують вирівнювачі ґрунту. Одними з таких є ВИП-5,6 і ВП-8.

Вирівнювач-подрібнювач ґрунту ВИП-5,6 призначений для передпосівного обробітку ґрунту під посіви зернових, технічних, овочевих та інших сільськогосподарських культур. Він складається із звареної просторової рами і двох секцій, пристосованих для приєднання восьми легких посівних борін і двох розрівнювальних валиків.

Робочий орган являє собою шість відрізків кутової сталі 100 x 70 x 7 мм, встановлених полками вперед під кутом до напрямку руху. Кут установки можна змінювати в межах від 70 до 90°.

Під час руху робочі органи зрізують ґрунт із виступаючих нерівностей і засинають їм дрібні поглиблення.

Рама кожної секції зварена з труб квадратного перерізу і спирається на котки. За допомогою гвинта її регулюють за висотою. До рами шарнірно приєднана сниця для з'єднання машини з трактором.

Голчасті батареї та котки встановлені на рамі на підшипниках. Вирівнювальний брус підпружинений і закріплений шарнірно на рамі. Його можна переміщувати у горизонтальній та вертикальній площинах. Натяг пружин регулюють ланцюжками.

Випробування агрегату ВИП-5,6 показали, що він забезпечує гарне вирівнювання мікрорельєфу ґрунту, майже цілком подрібнює великі брили і рівномірно ущільнює ґрунт для посіву. Більш як 92 % брил за цим агрегатом мають розміри не більші 3 см. На ділянках, оброблених агрегатом ВИП-5,6, кількість брил ґрунту розміром більше 5 см не перевищувало 2 %, а на ділянках, оброблених бороною і котками ЗКШ-6, містилося 15,5 % брил розміром, які перевищували 5 см.

Завдяки гарному обробленню ґрунту забезпечується рівномірне закладення насіння при посіві. Так, кількість насіння озимого ріпаку, що знаходяться на глибині 3 – 6 см, після обробки вирівнювачем становило 85 – 92 % (середнє відхилення по глибині закладення насіння $\pm 0,8$ см), а на контрольних ділянках після обробки культиватором з бороною – відповідно 71 – 75 % (середнє відхилення по глибині закладення до $\pm 1,5$ см). Рівномірне закладення насіння сприяє підвищенню польової схожості насіння на 12 – 15 % і більш дружнім сходам.

Після обробки ВІП-5,6 на 1 м² було 392 шт. рослин, а після обробки бороною і котками ЗКШ-6А – 350 шт, і тільки однією бороною – 301 шт рослин.

Кращі умови підготовки ґрунту позитивно позначилися на перезимівлі рослин і підвищенні числа продуктивних стебел і підвищенні числа продуктивних стебел на одиниці площі. Врожай озимої пшениці сорту Миронівська з ділянок, оброблених агрегатом ВІП-5,6 склав 48,9 ц/га, чи на 4,9 ц/га вище, ніж з ділянок, оброблених бороною і котками.

Вирівнювач передпосівний причіпний ВП-8 призначений для вирівнювання мікрорельєфу поля перед сівбою або перед нарізуванням ґрунтових валиків для проведення промивних або запасних поливів, а при навішуванні середніх або важких зубових борін – для одночасного з вирівнюванням розпушування ґрунту. Агрегатують вирівнювач з тракторами класу 3 і 4. Поставляється в двох варіантах комплектації: з рамкою борін - ВП-8А-1 и без рамки - ВП-8А. При агрегуванні з трактором класу 4 може працювати у восьмиметровому варіанті з повним комплектом борін (ВП-8А-1) або в десятиметровому без борін (ВП-8А).

Основними складальними одиницями вирівнювача є рама, що має середню і дві бокові секції з робочими органами; колісний хід з двома пневматичними шинами; рама борін; причіпний пристрій; сниця; штовхач та гідравлічна система.

Бокові секції шарнірно з'єднані з середньою і забезпечені метровими розширювачами. Ланки секції встановлені під різними кутами до повздовжньої

осі знаряддя. Середня секція має дишло і тягу для приєднання агрегату до трактора.

Робочими органами вирівнювача є відвали, прикріплені до рам секцій. Відвали, закріплені в передній і задній частинах секцій, встановлені з тупим кутом різання, а ті, що в середній частині – можна встановлювати в двох положеннях: з гострим і тупими кутами різання.

До напрямку руху всі задні відвали встановлені перпендикулярно, а передні і середні під гострим кутом.

Штовхачі з'єднують бокові секції вирівнювача з поворотними секціями рамки борін і призначені для піднімання та опускання борін при переведенні знаряддя в транспортне чи робоче положення.

Гідравлічна система складається з трьох гідро циліндрів, маслопроводів, запірних клапанів, рукаві високого тиску та блоків штуцерів. Два бокові гідро циліндри призначені для складання бокових секцій, а центральний для піднімання рами борін і одночасного виведення коліс із робочого положення в транспортне. Під'єднують гідросистему вирівнювача до гідророзподільника трактора.

При роботі з боронами навішеними в один ряд на раму борін, проводиться рихлення вигладженої поверхні поля. Для ефективної роботи вирівнювача вологість ґрунту в шарі до 5 см повинна бути не більшою 15%.

В процесі роботи агрегат обслуговує тракторист. В порівнянні з вирівнювачем ВП-8 забезпечує підвищення продуктивності в 1,26 рази. Внесені конструктивні зміни: посилені конструкції рами борін, кронштейнів кріплення циліндрів бокових секцій, штанги штовхача, дишла і т.д., деякі зварні з'єднання замінені болтовими, що покращує ремонтпридатність і полегшує регулювання.

2.2 Опис конструкції запропонованого вирівнювача

Для вирівнювання ґрунту при вирощуванні різноманітних культур, зокрема і озимого ріпаку в проекті пропонується більш простий вирівнювач. Він цінний тим, що для його виготовлення затрачаються малі кошти, порівняно з іншими і

виготовити його можна у будь-якому господарстві. Обслуговує його один механізатор, що знову ж таки економічно вигідно.

Вирівнювач складається з окремих секцій, ширина захвату кожної – 2,5 м. Секція має два щити, якими він створює рівну поверхню ґрунту. Щит являє собою дошку з твердого дерева, яка може бути з дуба, берези, граба, ясена або з іншого твердого матеріалу. Вданому випадку, беремо дошку з берези. Дошки мають розмір 50х400х2500 мм. Оскільки дошки розміром 50х400 мм у господарстві можуть рідше зустрічатись, то замість одного щита можна використовувати дві дошки, кріплячи їх одна коло одної. Ці дошки можуть бути різні за шириною, одна ширша, інша вужча. Тільки у щиту, що розміщений попереду, якщо замінювати замість однієї дошки на дві, то слід враховувати, що ці дошки не можуть бути однакові по ширині. Зверху повинна розміщуватись ширша дошка, щоб вона опускалась нижче гака вирівнювача, до якого кріпляться тяги. А знизу відповідно меншу за шириною дошку. Цю меншу дошку потрібно закріпити на одній рамі секції двома болтовими з'єднаннями. Для того щоб дошки не прогинались, ставимо посередині ще одну раму секції і закріплюємо до неї щити. Для стійкості на рамі встановлюють косинку і упор.

Для виготовлення рами секції використовуємо рівнобокий кутник № 4,5 (ГОСТ 8509-72) довжиною 995мм. В тому місці, де щити контактують з ґрунтом, щоб дошки не обламувались, ставимо два нерівнобокі кутники № 8,5 довжиною 2,5 м (ГОСТ 8510-72).

Вирівнювач комплектується на базі зчіпки СП-16. В процесі роботи використовуємо 7 секцій вирівнювачів, які розміщуються у два ряди 4 попереду і 3 ззаду. Вирівнювачі які йдуть позаду, розміщуються так, що вони працюють з перекриттям у 20 см.

Приєднується вирівнювач до зчіпки за допомогою причіпних пристроїв – тяг. Тяга являє собою проволочку діаметром 12 мм, в якого кінці загнуті у кільця. Довжина такої тяги складає 20 мм. Тяги з'єднуються послідовно, одна за одною. Вирівнювачі, які розміщуються в першому ряду, мають шість тяг. Вони

приєднуються до гака і кільця. Вирівнювачі, які працюють у другому ряду, мають 12 тяг, які теж приєднуються до гака і кільця.

При роботі, коли вирівнювачі не достатньо вирівнюють ґрунт зверху на рамах секцій встановлений баластний ящик, в який при необхідності довантажуються додатковий вантаж, що робить секцію важчою і вирівнювання проходить більш якісно.

2.3 Розрахунки на міцність елементів з'єднання агрегату

Розрахуємо елементи приєднання однієї із секцій вирівнювача до подовжувача зчіпки. Схема приєднання секції вирівнювача до подовжувача представлена на рис. 3.2.

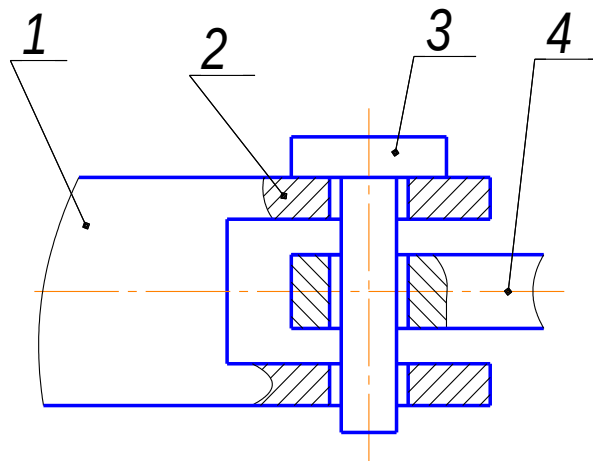


Рис. 3.2. Схема приєднання секції вирівнювача до подовжувача.

1- подовжувач зчіпки; 2 сталеві накладки подовжувача; 3 - палець; 4- причіпний пристрій секції

Розрахунки на міцність зводяться до розрахунку сталевих накладок подовжувача на стиск-розтяг, та напруження зминання, а також перевірка пальця на зріз.

Розрахунок на стиск-розтяг

При проектному розрахунку, площа поперечного перерізу деталі, м²:

$$F \geq \frac{P}{[\sigma]_p}; \quad (3.1)$$

де P – сила стиску або розтягу, Н;

$[\sigma]_p$ - допустиме напруження при розтягу або стиску, яке дорівнює напруженню текучості, МПа.

Сила розтягу-стиску відповідає силі тягового опору секції вирівнювача, який можна визначити за формулою:

$$P = k B n, \quad (3.2)$$

де k - питомий опір вирівнювання ґрунту, кН/м;

B – ширина захвату секції, м.

n - коефіцієнт нерівномірності питомого опору.

Питомий опір вирівнювачів ґрунту $k = 0,80 \dots 1,2$ кН/м. Приймаємо $k = 1,0$ кН/м. Ширина захвату однієї секції вирівнювача становить 2,5 м, а коефіцієнт $n = 2$.

Отже,

$$P = 2,5 \cdot 1,0 \cdot 2 = 5 \text{ кН.}$$

Прийmemo, що сталеві накладки подовжувача виконані із сталі Ст.3сп з $[\sigma_T] = 230 \text{ МПа}$.

Попередньо задаємо розміри накладок подовжувача: $a \times b = 0,8 \times 0,1$ м.

Враховуючи те, що накладки мають отвір для пальця радіусом $R = 0,02$ м, то площу перерізу можна визначити за формулою

$$F = ab - \pi R^2.$$

Підставивши дані, будемо мати

$$F = 0,08 \cdot 0,1 - \pi \cdot 0,02^2 = 0,0067 \text{ м}^2.$$

Порівняємо фактичне напруження, яке виникає в даному перерізі з допустимим

$$\sigma_p = \frac{P}{F} \leq [\sigma]_p. \quad (3.3)$$

Підставивши дані, будемо мати

$$\sigma_p = \frac{5000}{0,0067} = 80,6 \cdot 10^6 \text{ Па або } 80,6 \text{ МПа.}$$

При даних параметрах накладок умова $\sigma_p \leq [\sigma]_p$ виконується, а враховуючи, що конструкція має не одну накладку, а дві, то можна вважати, що міцність на стиск - розтяг забезпечується.

Розрахунок з'єднання на зминання

Даний розрахунок подібний до розрахунку заклепочного з'єднання на зминання. Умовою достатньої міцності з'єднання на зминання є виконання наступної вимоги:

$$\sigma_{зм} = \frac{P}{dbz} \leq [\sigma]_{зм}, \quad (3.4)$$

де $[\sigma]_{зм} = 1,2[\sigma_T] = 1,2 \cdot 230 = 276$ МПа,

d - діаметр пальця; $d = 40 \text{ мм} = 0,04 \text{ м}$;

b - товщина листа, $b = 8 \text{ мм} = 0,008 \text{ м}$;

Z - кількість пальців, $Z = 1$ шт

Підставивши дані, будемо мати

$$\sigma_{зм} = \frac{5000}{0,04 \cdot 0,008 \cdot 1} = 17 \cdot 10^6 \text{ Па або } 17 \text{ МПа}$$

Таким чином, умова $\sigma_{зм} \leq [\sigma]_{зм}$ виконується.

Отже, вибрані розміри елементів з'єднання агрегату забезпечують достатню міцність.

3. ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1. Охорона праці та довкілля при вирощуванні озимого ріпаку

До робі пов'язаних із внесенням мінеральних добрив та пестицидів допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли медичний огляд, здали залік по технічному і техніці безпеки.

Всі види інструктажу проводити відповідно до діючих норм, правил і інструкцій по техніці безпеки.

Вносити в ґрунт розчин пестицидів при пошкоджених шлангах або негерметично зібраних з'єднаннях забороняється. Пошкоджені шланги повинні бути замінені.

При будь-якому ремонті оприскувача потрібно закрити витратний вентиль і випустити рідину з шлангів.

Всякий, навіть незначний, витік розчину пестицидів з вентилів, шлангових з'єднань, ущільнень насоса і інших з'єднань потрібне негайно усунути затягуванням або зміною прокладок (тільки після спорожнення резервуару). Робота з будь-яким виток розчину забороняється.

Технічний огляд, регулювання і проводити тільки при повній зупинці трактора і вимкненому приводі ВВП.

По закінченню роботи на спеціально відведеному місці, віддаленому на 200 м від житлової зони, необхідно: промити резервуари і шланги водою; прочистити фільтр.

Після закінчення сезону робіт машину очистити від грязі, обмити водою і поставити під навіс. Не дозволяється промивати резервуари, насос, шланги машин поблизу водоймищ.

Роботи по застосуванню пестицидів мають проводитися під безпосереднім керівництвом осіб, що відповідають у господарстві за боротьбу з шкідниками і хворобами рослин. Усі працюючі з пестицидами забезпечуються спецодягом, взуттям та засобами індивідуального захисту залежно від токсичності хімічних препаратів і форми, в якій вони застосовуються (порошки, пасти, рідини, газу). На

місцях проведення робіт з пестицидами забороняється вживати їжу, пити, палити. Для цієї мети відводиться спеціальне місце, віддалене не менш як на 200 м від місця проведення робіт. Тут мають бути вода для пиття, мило, рушник, аптечка першої медичної допомоги. Перед вживанням їжі треба зняти спецодяг, помити з милом руки та обличчя, прополоскати рот. Перед обприскуванням працівник повинен перевірити справність всієї апаратури і відрегулювати роботу розпилювального обладнання на норму витрати робочого розчину, заповнюючи обприскувач водою і проводячи пробні обробки.

При обприскуванні рослин треба слідкувати, щоб факел розпилу не спрямовувався потоком повітря на працюючих. Для цього враховують напрям руху повітря, а при його зміні припиняють роботи.

Роботи із пестицидами слід проводити з дотриманням заходів особистої безпеки: не проливати пестицидів на одяг, взуття і відкриті ділянки тіла, а також на землю. Всі роботи з пестицидами в жарку пору слід проводити в ранкові і вечірні години у безвітряну погоду. У хмарну погоду при відсутності опадів можна працювати і в денні години.

Основними міроприємствами попередження забруднення навколишнього середовища відходами тваринницького комплексу являються: дотримання санітарно - захисних зон між тваринницьким комплексом, очисними будовами, меліоративними об'єктами населеним пунктом; раціональна утилізація гною; максимальне використання очищених стічних вод; вибір найбільш ефективних методів збору, зберігання видалення, очищення і обеззараження відходів; недопущення випуску недоочищених і не обеззаражених стічних вод в водойми. З метою охорони біосфери від забруднення пестицидами необхідно: використовувати пестициди тільки в тих випадках коли число шкідників вище допустимого економічного порогу; контролювати правильність зберігання, транспортування і використання пестицидів; не допускати їх зливу з полів в водойми і надлишкового накопичення в продукцію; приготування робочих сумішей пестицидів проводити в спеціально відведених місцях; не допускати використання в любых цілях заборонених препаратів; дотримування правил

безпеки при промивці апаратури, транспорту і тари.

Впровадження екологічно - чистих технологій із застосуванням біологічних заходів, які сприяють одержанню грантійно – сталих урожаїв, вимагає професійної спостережливості і досвіду, критичного підходу до агротехнічних заходів.

Основним джерелом забруднень ґрунту є мінеральні добрива, пестициди, отрутохімікати, а також ерозія ґрунту. Щоб захистити земельні угіддя від водної та вітрової ерозії поля з усіх боків осаджують лісосмугами, на схилах поля орють не вздовж , а в поперек схилу, щоб не вимивався орний шар.

Щоб не забруднювати водою отрутохімікати, пестицидами, склади повинні бути розташовані далеко від річок та ставків. І не допускати витікання отрутохімікатів з оприскувачів.

В господарстві для вирішення питань з охорони довкілля застосовується засоби наглядної агітації, проведення інструктажів з питань охорони навколишнього середовища.

Під впливом сільськогосподарського виробництва змінюється ґрунт, рослинність, тваринний світ і таке інше. Отже комплексна охорона природи в зоні сільськогосподарського виробництва залишається необхідністю. Одним із головних завдань по охороні навколишнього довкілля заключається в захисті ґрунтів від ерозії.

Зменшити ерозію можна при допомозі агротехнічних, лісомеліоративних міроприємств, із агротехнічних – це оранка, культивація і рядкова сівба поперек схилу .

В протиерозійну технологію входять також інші прийоми: безвідвальний обробіток ґрунту із збереженням стерні. Снігозатримання і сніготаєння проводяться різними способами, також впливають на накопичення вологи в ґрунті і цим значною мірою знижують вплив ерозії.

Для зменшення гибелі диких тварин важливо намітити правильний порядок виконання польових робіт, вибрати спосіб руху агрегатів.

3.2. Охорона праці при вирівнюванні ґрунту під посів озимого ріпаку

При роботі і обслуговуванні ґрунтообробних машин в польових умовах якщо робочі органи заглиблені в ґрунт, не можна робити крутих поворотів, бо це призводить до поломок і аварій. Перед поворотом робочі органи виглиблюють, а на початку прямолінійного руху знову заглиблюють.

При роботі в умовах надмірної пилової залежності необхідно користуватися протипиловим респіратором, захисними окулярами, рукавицями.

Робітники забезпечуються засобами індивідуального захисту: комбінезонами з пилозахисної тканини, чоботами, рукавицями, окулярами типу ПО-2 для захисту зору. Органи дихання захищають респіраторами з протипиловими та протигазовими патронами, в залежності від особливості роботи, яку виконують. Всі робочі місця пов'язані з виробництвом озимого ріпаку забезпечується повністю укомплектованими медичними аптечками.

Рух причіпного агрегату можна починати після подачі сигналу тракториста. Усувати несправності та очищати машину дозволяється після зупинки агрегату.

Для відпочинку в полі встановлюють пересувні вагончики, або виділяють спеціальні місця, про розміщення яких завчасно повідомляють всім працівникам.

Перед поворотом і на розворотах швидкість руху не повинна перевищувати 0,8-1,1 м/с (3,4 км/год).

Для попередження дорожньо-транспортних пригод поле відділене від траси канавою. У визначених місцях біля поля передбачено тракторну площадку та місце для харчування та відпочинку.

Робочі місця механізаторів укомплектовуються необхідним інвентарем, а робітники забезпечуються засобами індивідуального захисту.

Для вживання їжі в польових умовах відводиться спеціальне місце. Слідкують, щоб перед вживанням їжі працівники знімали спецодяг, вимивали руки та обличчя чистою водою з милом, полоскали рот.

Перед початком руху агрегату тракторист повинен переконатись у тому, що під трактором чи причіпною машиною або знаряддям, біля коліс, а також між трактором і причіпною машиною немає людей, перевірити, чи зайняв машиніст саджалки або

комбайнер своє робоче місце, дати попереджувальний сигнал і лише після сигналу-відповіді можна розпочинати рух.

Під час роботи близько ярів треба відбити поворотну смугу, за яку не можна переїжджати, категорично забороняється використовувати на схилах колісні трактори з вузькою колією.

Роботи на схилах дозволяється виконувати тільки вдень.

4. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ

Для визначення економічної ефективності від використання запропонованого вирівнювача ґрунту вибираємо базу порівняння. За базовий агрегат приймаємо агрегат, який складається із трактора Т-150К і серійного вирівнювача ґрунту ВП-8Б.

Новий агрегат включає трактор Т-150К, зчіпку СП-16, до якої приєднано 7 вирівнюючих секцій запропонованої конструкції.

Основними економічними показниками є затрати праці, прямі експлуатаційні витрати, питомий і річний економічний ефект, строк окупності затрат на виготовлення. Для визначення цих показників необхідно знати продуктивність і витрати палива на вирівнюванні ґрунту базовим та розробленим варіантом вирівнювача їх балансову вартість і ряд інших вихідних даних.

За даними нормативне річне завантаження трактора Т-150К становить 1600 год. Балансова вартість трактора складає 17659 ум. од. або 141270 грн. Норми річних відрахувань є наступними: на амортизацію 15 %, на ремонт і технічне обслуговування – 6 %.

Для зчіпки СП-16А нормативне річне завантаження становить 220 год; балансова вартість 2600 ум. од. або 20800 грн, Норма амортизаційних відрахувань становить 15%, а відрахувань на ремонт і технічне обслуговування – 7 %.

Нормативне річне завантаження вирівнювача ґрунту ВП-8Б становить 100 год; його балансова вартість - 1850 ум. од. або 14800 грн. Норма річних амортизаційних відрахувань становить 15 %, а відрахувань на ремонт і технічне обслуговування – 5 %.

Визначимо сумарну ціну розробленого вирівнювача ґрунту. Маса однієї вирівнюючої секції становить $M_c=150$ кг. В конструктивному виконанні вона подібна до шлейф-борони ШБ-2,5, яка має масу $M_{ШБ}=110$ кг. і вартість $B_{ШБ}=345$ грн.

Тоді, вартість секції розробленого вирівнювача буде становити:

$$B_{\epsilon} = \frac{B_{\text{ШБ}} \cdot M_{\epsilon}}{M_{\text{ШБ}}} = \frac{345 \cdot 150}{110} \approx 470 \text{ грн},$$

а вартість всього вирівнювача (вирівнювач складається із 7 секцій), буде становити $7 \cdot 470 = 3290$ грн.

Норма виробітку базового агрегату становить 31,5 га при питомих витратах палива 4,1 л/га. Розрахунками (див. розд. 2) встановлено, що норма виробітку агрегату, в склад якого входить запропонований вирівнювач становить 48,9 га при витратах палива 3,4 л/га.

Затрати праці визначимо за формулою:

$$Z_{\text{п}} = M/W_{\text{г}}, \quad (4.1)$$

де M – кількість обслуговуючого персоналу, осіб;

$W_{\text{г}}$ – продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год.

Оскільки агрегат обслуговує один механізатор (тракторист), то будемо мати:

затрати праці при вирівнюванні базовим агрегатом

$$Z_{\text{п.б}} = 1/4,5 = 0,22 \text{ люд.год/га},$$

затрати праці при вирівнюванні розробленим вирівнювачем

$$Z_{\text{п.м}} = 1/7,0 = 0,14 \text{ люд.год/га}.$$

Отже, зниження затрат праці при вирівнюванні розробленим вирівнювачем становить 0,08 люд.год/га.

Питомі прямі експлуатаційні витрати на вирівнюванні ґрунту визначимо за формулою:

$$C = C_{\text{оп}} + C_{\text{ра}} + C_{\text{кто}} + C_{\text{пмм}}, \quad (4.2)$$

де $C_{\text{о}}$ – оплата праці з нарахуваннями, грн/га;

$C_{\text{а}}$ – відрахування на амортизацію, грн/га;

$C_{\text{то}}$ – витрати на ремонти та технічне обслуговування, грн/га;

$C_{\text{пмм}}$ – витрати на паливо і мастильні матеріали, грн/га.

В господарстві прийнята наступна система оплати праці працівників, які зайняті на вирівнюванні ґрунту. Оплату праці механізаторів здійснюють по 5-

му розряду тарифної сітки із розрахунку 55,58 грн. за виконану норму виробітку. Виходячи із вищезазначеного оплати праці можна визначити за формулою:

$$C_{on} = \frac{T_m \cdot M}{H}, \quad (4.3)$$

де T_m - оплата праці механізаторам за норму виробітку грн.;

M - кількість механізаторів, які обслуговують агрегат;

H - норма виробітку, га.

Тоді, витрати на оплату праці становлять:

при вирівнюванні ґрунту серійним вирівнювачем ВП-8Б

$$C_{on}^{\delta} = \frac{55,58 \cdot 1}{31,5} = 1,76 \text{ грн/га},$$

при вирівнюванні ґрунту розробленим вирівнювачем

$$C_{on}^M = \frac{55,58 \cdot 1}{48,9} = 1,14 \text{ грн/га}.$$

Амортизаційні відрахування машин в агрегаті C_{pa} , грн/га визначимо за формулою:

$$C_a = \frac{\alpha_{a.m} \cdot B_m}{100 \cdot W \cdot t_m} + \frac{\alpha_{a.зч} \cdot B_{зч}}{100 \cdot W \cdot t_{зч}} + \frac{\alpha_{a.m} \cdot B_m \cdot n_m}{100 \cdot W \cdot t_m}, \quad (4.4)$$

де $\alpha_{a.m}$, $\alpha_{a.зч}$, $\alpha_{a.m}$ – норма річних амортизаційних відрахувань від вартості відповідно трактора, зчіпки і робочої машини, %;

B_T , $B_{зч}$, B_T – балансова вартість відповідно трактора, зчіпки і робочої машини, грн.;

W – продуктивність агрегату за годину експлуатаційного часу, га.;

t_T , $t_{зч}$, t_m – нормативне річне завантаження відповідно трактора, зчіпки і робочої машини, год.;

n_m – кількість однакових робочих машин у складі агрегату.

Тоді, витрати на реновацію будуть дорівнювати:

для базового агрегату

$$C_a^{\delta} = \frac{15 \cdot 141270}{100 \cdot 4,5 \cdot 1600} + \frac{15 \cdot 14800 \cdot 1}{100 \cdot 4,5 \cdot 100} = 7,87 \text{ грн/га},$$

для агрегату, в склад якого входить розроблений вирівнювач

$$C_a^n = \frac{15 \cdot 141270}{100 \cdot 7 \cdot 1600} + \frac{15 \cdot 20800}{100 \cdot 7,0 \cdot 220} + \frac{15 \cdot 470 \cdot 7}{100 \cdot 7,0 \cdot 100} = 4,63 \text{ грн/га.}$$

Відрахування на ремонти і технічне обслуговування, $C_{\text{кто}}$, грн/га, обчислюють за аналогічною формулою, підставивши замість норми амортизаційних відрахувань відрахування на ремонти і ТО.

Тоді, відрахування на ремонти і ТО агрегатів становлять:

для базового агрегату

$$C_{\text{то}}^{\delta} = \frac{6 \cdot 141270}{100 \cdot 4,5 \cdot 1600} + \frac{5 \cdot 14800 \cdot 1}{100 \cdot 4,5 \cdot 100} = 2,82 \text{ грн/га,}$$

для агрегату, в склад якого входить розроблений вирівнювач

$$C_{\text{то}}^n = \frac{6 \cdot 141270}{100 \cdot 7 \cdot 1600} + \frac{7 \cdot 20800}{100 \cdot 7,0 \cdot 220} + \frac{5 \cdot 470 \cdot 7}{100 \cdot 7,0 \cdot 100} = 1,95 \text{ грн/га.}$$

Питомі витрати на паливо і мастильні матеріали:

$$C_{\text{пмм}} = Q \cdot C_{\text{к}}, \quad (4.5)$$

де Q – витрати палива, кг/га;

$C_{\text{к}}$ – комплексна ціна палива, грн/л.

Вартість палива і мастил коливаються на ринку і залежать від об'ємів закупок, постачальника і інших факторів. З врахуванням сьогоднішніх цін приймаємо комплексну ціну ПММ 10 грн/л. Тоді, питомі витрати на паливо і мастильні матеріали будуть дорівнювати:

для базового агрегату

$$C_{\text{пмм}}^{\delta} = 4,1 \cdot 10 = 41 \text{ грн/га,}$$

для розробленого агрегату

$$C_{\text{пмм}}^{\text{м}} = 3,4 \cdot 10 = 34 \text{ грн/га.}$$

Загальні питомі прямі експлуатаційні витрати при вирівнюванні ґрунту становлять:

базовим агрегатом

$$C^{\delta} = 1,76 + 7,87 + 2,82 + 41 = 53,45 \text{ грн/га,}$$

агрегатом, в склад якого входить розроблений вирівнювач

$$C^{\text{н}} = 1,14 + 4,63 + 1,95 + 34 = 41,72 \text{ грн/га.}$$

Економія питомих експлуатаційних витрат при впровадженні розробленого вирівнювача у виробництво буде становити

$$E_{\text{ев}} = C^6 - C^{\text{н}} = 43,82 - 33,61 = 11,73 \text{ грн/га.}$$

Питомі капіталовкладення визначимо за формулою

$$\text{ПК} = \frac{B_m}{Wt_m} + \frac{B_{3ч}}{Wt_{3ч}} + \frac{B_m \cdot n_m}{Wt_m} . \quad (4.6)$$

Підставивши дані, будемо мати наступні капіталовкладення при вирівнюванні ґрунту:

базовим агрегатом

$$K^6 = \frac{141270}{4,5 \cdot 1600} + \frac{14800 \cdot 1}{4,5 \cdot 100} = 52,51 \text{ грн/га.}$$

Агрегатом в склад якого входить розроблений вирівнювач

$$K^{\text{н}} = \frac{1412700}{7 \cdot 1600} + \frac{20800}{7,0 \cdot 220} + \frac{470 \cdot 7}{7,0 \cdot 100} = 30,82 \text{ грн/га.}$$

Річний економічний ефект від впровадження розробленого вирівнювача визначимо за формулою за формулою:

$$E_p = [(C^6 + EK^6) - (C^{\text{н}} + EK^{\text{н}})] Wt_m, \quad (4.7)$$

де E- нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, E=0,15.

$$E_p = [(53,45 + 0,15 \cdot 52,51) - (41,72 + 0,15 \cdot 30,82)] \cdot 7 \cdot 100 \approx 10491 \text{ грн.}$$

Оскільки, в агрегаті, в склад якого входить розроблений вирівнювач питомі капіталовкладення є меншими, ніж у базового, то термін їх окупності визначати недоцільно.

Результати розрахунку економічної ефективності запропонованого вирівнювача зведемо в табл. 4.1.

Таблиця 4.1.– Основні економічні показники проекту

Назва показників	Агрегат		Відхилення (+,-)
	базовий	новий	
1. Продуктивність, га/год.	4,5	7,0	+ 2,5
2. Затрати праці, люд.год/га.	0,4	0,14	- 0,08
3. Прямі експлуатаційні витрати, грн/га	53,45	41,72	- 11,73
в тому числі:			
оплата праці	1,76	1,14	-0,62
амортизаційні відрахування	7,87	4,63	- 3,24
відрахування на ремонт і ТО	2,82	1,95	- 0,87
витрати на ПММ	41	34	- 7
4. Питомі капіталовкладення, грн./га	52,51	30,82	-21,69
5. Річний економічний ефект, грн.	10491		

Результати розрахунків економічної ефективності запропонованого вирівнювача показують, що запровадження його у виробництво дасть змогу одержати річний економічний ефект в сумі 10491грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Озимий ріпак - найбільш поширена олійна культура родини капустяних. Олія - основна мета вирощування ріпаку її використовують як продукт харчування для біопалива та для різних галузей промисловості. Лісостеп України, зокрема Черкаська область є сприятливою зоною (за кліматичними та ґрунтовими умовами) для вирощування озимого ріпаку.

В проекті розроблена технологічна карта вирощування озимого ріпаку, побудовані графіки використання тракторів і сільськогосподарських машин та визначена потреба їх для вирощування культури. Розроблена механізована технологія вирощування озимого ріпаку дозволить отримати урожайність культури 30 ц/га.

Якби не була встановлена агротехнікою глибина сівби озимого ріпаку, усе висіяне насіння повинно бути загорнуте на однакову глибину. Недодержання цього правила, особливо якщо різниця в глибині загортання насіння значна, призводить до зменшення врожаю через неодноразовість сходів та їхню зрідженість, неодноразовість дозрівання, появу підгону і недогоду.

Розроблено вирівнювач ґрунту, використання якого дозволить створювати рівну поверхню поля перед сівбою, що дасть змогу рівномірно загортати насіння в ґрунт, створювати найсприятливіші умови для рівномірного розподілу гербіцидів на поверхні поля, забезпечувати швидке прогрівання верхнього шару.

Результати розрахунків економічної ефективності запропонованого вирівнювача ґрунту показують, що запровадження його у виробництво дасть змогу одержати річний економічний ефект в сумі 10491 грн.