

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту ”

Зав. кафедрою СГМ

д.т.н., професор

_____ Микола СВІРЕНЬ

“ ____ ” _____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:**

«Інтенсивна технологія вирощування картоплі з дослідженням та
вдосконаленням картоплесаджалки»

Виконав здобувач вищої освіти П курсу,
групи AI-20M(1,4)-2

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Липа Андрій Сергійович

« ____ » _____ 20__ р.

Керівник проекту

доцент, канд.техн.наук

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

« ____ » _____ 20__ р.

Рецензент _____

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти _____

Галузь знань _____

Спеціальність _____

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Микола СВІРЕНЬ

«__» _____ 2021 року

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ
(МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ
ОСВІТИ**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту)

2. Керівник роботи (проекту)

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту _____

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи (проекту) _____

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Дата видачі завдання

«___» _____ 20__ р.

Підпис керівника

_____ (прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«___» _____ 20__ р.

Підпис здобувача

_____ (прізвище та ініціали)

Зміст

1. Вступ.....	6
2. Технологічна частина	8
3. Наукова частина роботи	38
4. Охорона праці.....	59
5. Економічна частина	61
6. Висновок	64
Список використаної літератури	65
Додатки.....	68

					<i>ІТБК 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Вступ

Одним із найбільш поширеним сільськогосподарським продуктом, який майже щоденно споживається в різному вигляді населенням України є картопля. Картопля є поширеною культурою не тільки в нашій країні, а й в багатьох країнах Європи, Азії, Америки. В багатьох країнах картоплю, через масовість її споживання, називають другим хлібом, крім того картопля є цінним кормовим продуктом, є важливою сировиною в медицині, широко використовується в хімічній і легкій промисловості, з картоплі виготовляють крохмаль, глюкозу, спирт тощо.

Хоч картопля і є дуже цінним і стратегічно важливим продуктом та сировиною для виробництва ряду виробів, в нашій державі існує значна проблема із отримання стабільних врожаїв і забезпечення її необхідної кількості на ринку сільськогосподарської продукції. Ця проблема пов'язана насамперед із тим, що більшість картоплі, а це близько 80% її загального виробництва, отримують на присадибних ділянках, що не може забезпечити стабільні площі посіву, та, відповідно, стабільну врожайність і валовий збір. Крім того, на приватних присадибних господарствах майже всі роботи із вирощування картоплі виконуються вручну, що має прямий вплив на її вартість, загальна продуктивність праці є дуже низькою, а прямий вплив фактору людини часто і призводить до зниження врожаю навіть за сприятливих умов виробництва. Ті ж 20%, що вирощуються промисловими методами, теж не можуть продемонструвати високі показники врожайності та низьку собівартість готової продукції через застарілу техніку і технології, які використовуються для реалізації технологічного процесу вирощування картоплі в фермерських господарствах, не завжди якісний посадковий матеріал, проблеми із використанням якісних хімікатів та вірністю розрахунку їх норм тощо.

					ІТВК 00.000 ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Липа			Пояснювальна записка				Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Леценко									6	68
Реценз.												
Н. Контр.		Мачок										
Затверд.		Свірень										
					ЦНТУ, гр. АІ-20М(1,4)-2							

Зважаючи на перелічені факти, аграрне виробництво не в змозі забезпечити стабільні врожаї картоплі, часто вартість цієї продукції залежить від її експорту із інших держав, наприклад Білорусі. Беручи до уваги нестабільні відносини із країнами експортерами, варто створити сприятливі умови для відновлення промислового вирощування продукції картоплярства, що є актуальною задачею і важливою стратегією розвитку виробництва продукції рослинництва.

Інтенсивна технологія вирощування картоплі в промислових масштабах супроводжується застосуванням на кожному із окремих етапів технологічних процесів значної кількістю засобів механізації, високою хімізацією процесу та, зрештою – вимагають суттєвого відсотку використання і людської сили. Відомо, що відповідальним і складним процесом, що закладає майбутній врожай є посадка картоплі, яка проводиться картоплесаджалками різних конструкцій. Незважаючи на наявність великої кількості машин, в тому числі і закордонного виробництва, їх вартість для фермерських господарств залишається завищеною, а тому часто, відроджуючи картоплярство, доводиться відновлювати і машини більш ранніх років випуску. Подібна ситуація склалася і в базовому господарстві, коли під час проведення посадки картоплі використовується застаріла машина СН-4Б, а тому питання вдосконалення технології вирощування картоплі в господарських умовах із дослідженням та поліпшенням конструкції картоплесаджалки є доцільним і актуальним.

					ІТВК 00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Технологічна частина

2.1. Практичне значення картоплі і картоплярства та аналіз існуючої технології її вирощування в господарстві

Картопля (*Solanum tuberosum*) – одна із найбільш поширених коренебульбоплодних культур, що вирощується на теренах України, відноситься до пасльонових культур, яка є однією із найбільш важливих продовольчих, цінних технічних і поживних кормових сільськогосподарських культур, яка до того ж має ще й вагоме агротехнічне значення [1].

Підтвердженням важливого продовольчого значення картоплі є її смакові якості, легкість поєднання із іншими компонентами та продуктами при приготуванні їжі, висока поживність і легкий за засвоєнням хімічний склад. Картопля є дуже багатою на крохмаль культурою, якого в ній міститься до 22%, крім того вона вміщує близько 3% білка та до 1% клітковину, що вигідно виділяє її від інших культур рослинництва. За деякими показниками, такими як стан амінокислот в картоплинах, особливості білків, з яких складається коренебульбоплоди ця культура є прямим конкурентом м'ясу. Медицина підтверджує, що систематичне споживання картоплі, в якості продукту харчування, забезпечує прискорення обміну речовин, інтенсифікує виведення із організму шкідливих речовин та забезпечує загальне очищення організму людини. Підтверджується і вміст значної кількості різноманітних мінеральних речовин у самих картоплинах, що теж позитивно впливає на хімічні процеси організму людини. Споживаючи картоплю, до людини швидко приходить відчуття насиченості через високу калорійність цього продукту. Світову важливість цього продукту харчування підтверджує той факт, що в середньому, кожна людина планети споживає від 90 до 140 кг. картоплі, і Україні ж це показник знаходиться на рівні 120...130 кг., а отже продовольче значення картоплі є беззаперечним [1...3].

Важливе промислове значення картоплі доводить той факт, що саме картопля є сировиною для виробництва спирту, крохмалю, синтетичного

					ІТБК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

каучуку, глюкози, продукції целюлозопереробної промисловості, харчовиробництві тощо. Варто зазначити, що деякі із перелічених виробництв спробиною для яких є картопля, відносяться до стратегічно важливих промислових виробництв всієї держави.

Легкість засвоєння організмами худоби і птиці, універсальність komponування картоплі із іншими інгредієнтами корму та сприятливі умови для її зберігання, роблять картоплю однією із лідируючих культур рослинництва у кормовиробництві, а серед коренебульбоплодів – так взагалі виводить її в цьому рейтингу на перше місце. Картоплею кормлять худобу в різному її вигляді – сирому, вареному, запареному, значну ефективність мають корми, у яких до картопля додають інші складові, таких як дерть, висівки, комбікорми, концкорми тощо. Приготування таких комбінованих кормів, на основі картоплі, суттєво поліпшують як поживні так і смакові якості кормів та й роблять корми більш універсальними, розширюючи спектр їх споживання. Більше того, у якості корму для худоби використовується не тільки сама картопля, а й побічні продукти її переробки, такі як лушпиння, мезга та ін.

Останнім часом, виділяють і підтверджують важливе агротехнічне значення картоплі, оскільки вона є цінною культурою сівоzmіни та добрим попередником для багатьох інших культур рослинництва. Гарним попередником для інших культур картопля є через те, що під час її вирощування технологічний процес передбачає внесення великої кількості добрив, характеризується високою хімізацією процесу, а проведення окремих технологічних операцій, як то – глибоке розпушування ґрунту, міжрядний обробіток та ін., створює сприятливі умови для забезпечення живлення культур-наступників та забезпечує знищення бур'янів і шкідників.

В Україні картопля, що вирощується промислово, характеризується відносно низькими врожайми, якщо порівнювати з промисловими масштабами вирощування картоплі із іншими країнами із розвиненим картоплярством. Найкращі показники із вирощування картоплі демонструє Нідерланди, а

					ІТВК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

славнозвісна одноіменна із цією країною інтенсивна технологія вирощування картоплі показує продуктивність до 550...650 ц/га. Середня ж врожайність картоплі по світу складає близько 140...150 ц/га. Хоч наша країна і має найбільш родючі чорноземи, все-ж більшість вітчизняних фермерських господарств спеціалізуються на вирощуванні зернових, зернобобових, олійних та деяких інших культур, а показники продуктивності в картоплярстві є нижчі за середні по планеті і досягають 120...130 ц/га. Це підтверджує доцільність не лише інтенсифікувати окремі процеси загальної технології вирощування картоплі а й проводити системні заходи у виробництві насінневого матеріалу, використанні техніки і технологій, хімічного захисту технологій тощо, що б сприяло підвищенню врожайності та зниження загальних енерговитрат на технологію вирощування вцілому.

Картопля (рис. 1) за біологічними особливостями особливостями є яскравим представником пасльонових культур, оскільки може розмножуватися як самими картоплинами, так і насінням, що ефективно і з легкістю використовується у насінневому виробництві при створення нових сортів і гібридів. Звичайні споживачі картоплі роблять помилку, називаючи картоплею лише самі коренеплоди у більш широкому розумінні цього слова картопля – це рослина, але основну цінність якої представляють коренеплоди – картоплини чи бульби. Під час свого росту і розвитку у рослини картопля розвивається розгалужена мичкувата коренева система із столонами, на окремих відгалудженнях яких і формуються самі коренеплоди (рис. 2). Окремі корінці розгалуженої кореневої системи картоплі, можуть глибоко (до 1,5 м) проникати в нижні необроблені горизонти ґрунту, що дозволяє компенсувати недостачу вологи під час її дефіциту у вегетаційний період. Основне ж коріння та столони, на яких формується картопля, розміщуються і розвиваються в орному горизонті, та в залежності від сорту і інших морфологічних особливостей цієї культури, розвивається на глибині до 20...24 см.



Рис. 1. Біологічні особливості рослини картопля (*Solanum tuberosum*)

Під час росту картоплі, розвивається пряме і досить сильно розгалужене стебло (рис. 1, рис. 2), на кожній рослині росте фактично окремо від 5 до 12 стеблин, кожне із яких має висоту 50...100 см. Саме стебло картоплі має в більшості її сортів темно зелене забарвлення, а майже вся поверхня стебла вкрита дрібними волосками, які виконують функцію захисту від випаровування вологи та знижують негативний вплив на стебло прямих сонячних променів. З певною частотою на коріннях утворюються більш міцні корінці, ці відростки ще називаються столонами, а за сприятливих умов, на цих столонах, хоч і не на кожному, утворюються картоплини.

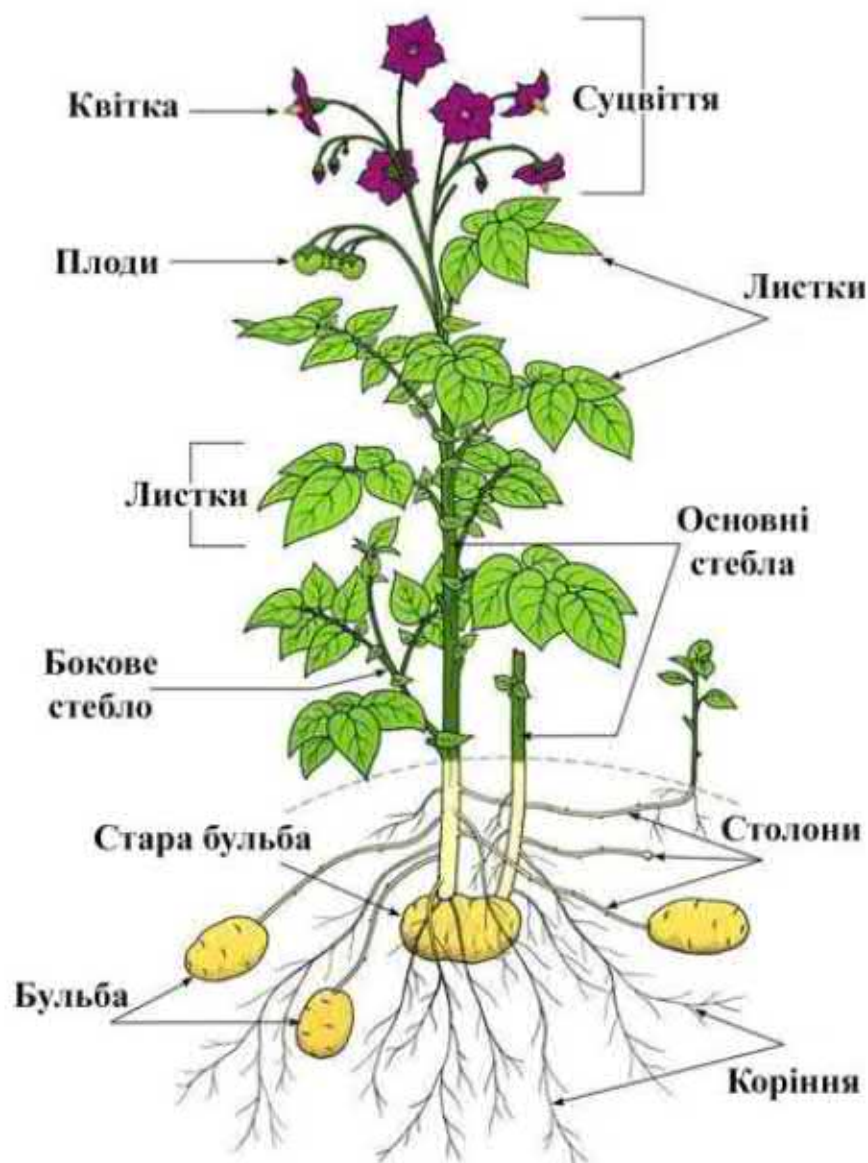


Рис. 2. Морфологічні ознаки картоплі

Кожна картоплина (бульба) (рис. 2) є фактичним стовщенням підземної частини столону, причому це потовщення має округу, овальну чи продовгувату форму, поверхня вкривається плівкою та на ній розміщуються яскраво виражені, в деяких сортів не дуже виражені вічка. Через сформовану поверхню картоплини відбувається її дихання, бульба забезпечується вологою, чи вона випаровується через поверхню картоплини, а стимулюють і реалізують обмінні поверхні в бульбі дрібні сочевиці, що направлені від ядра картоплини до її поверхневої кірки. В середині картоплини формується м'якоть, яка теж може бути жовтою, білою, світло-рожевою, кремовою, та ін і

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

більш темних кольорів світло-фіолетовою, світло синьою, сірою тощо. Після посадки картопля проходить кілька етапів розвитку (рис. 3). На початковому етапі із вічок картоплин проростають паростки, які проростають і в подальшому, із цих проростків формуються основні стебла, та листки. Самі листки на стеблі розвиваються спіралью і початку є опущеними донизу. У верхній частині стебла, на третій та четвертій стадіях розвитку (рис. 3) формується цвіт, який у більшості сортів рослин носить вигляд ярко виражених суцвіть, причому колір квіток у суцвіттях може бути дуже різноманітним. Деякі стебла рослин, протягом всього вегетаційного періоду суцвіття не викидають, що теж вважається нормою для цієї культури. За своєю природою картопля є повністю самозапильною культурою, а тому під час її вирощування не потрібно висаджувати спеціальних рослин чи проводити додаткових робіт по запиленню.

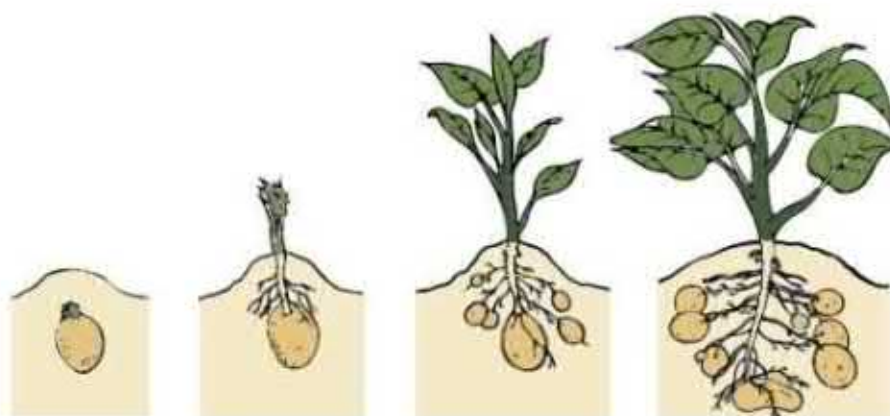


Рис. 3. Фази розвитку картоплі при її вирощуванні

Сьогодні в Україні налічується понад 180 сортів картоплі, яка за своїм призначенням поділяється на столову, кормову, технічну та універсальну. Тривалість фази розвитку цієї рослини дозволяє виділити ранньостиглу картоплю, середньоранню картоплю, середньопізню картоплю та пізню картоплю. Варто зазначити, що обираючи сорт картоплі, яку заплановано вирощувати у господарстві потрібно врахувати дійсні ґрунтово-кліматичні умови, які переважають на полях за статистичними показниками, середню тривалість світового дня в період вегетації рослини, температурні режими і

можливі екстремальні температури, зокрема а початкових стадіях розвитку рослин та ін. З врахуванням перелічених факторів обирається до вирощування конкретний сорт, причому бажано в господарських умовах забезпечити вирощування кількох сортів, бо спостерігається тенденція в мінливості по врожайності по рокам, навіть за сприятливих для конкретного сорту умов.

Вирощуючи картоплю на полях господарства потрібно мати на увазі, що ця рослина є надвимогливою до кліматичних умов. Зазвичай, картоплю відносять до рослин, які добре ростуть за умов помірного клімату, втім під час вегетаційного періоду картопля погано переносить не тільки низькі, а й високі температури. Рослина починає сходити вже за температури 6...8°C, але навіть при незначних заморозках -1...2°C, молоді сходи швидко чорніють і гинуть. Негативний вплив на рослини має і висока температура, так, якщо встановлюється температура вище 20°C і вона не знижується протягом тривалого періоду часу, починає сповільнюватися і повністю призупиняється формування картоплин, що неминуче призводить до зниження врожайності. Найбільш сприятливими температурними режимами для вирощування картоплі є діапазон температур 17...20°C за умов достатньої вологості.

Як зазначалося вище, картопля є дуже вимогливою культурою і до вологості ґрунту, а найкращі врожаї можна збирати, коли вологість ґрунту є на рівні 75...85%. Варто розуміти, що картопля при її рості і розвитку потребує вологу протягом вегетаційного періоду абсолютно нерівномірно, а найменше води потрібно для проростання рослин, коли на початкових фазах розвитку, для рослини достатньо води, що є в посадковій бульбі. Самим вимогливим, з точки зору потреб води, є період цвітіння рослини, адже він в часі співпадає із формуванням картоплин та інтенсивним ростом листостеблової маси. Поряд із тим, надлишкова вологість сприяє призупиненню процесу вегетації, підвищується ризик виникнення захворювань самих бульб, і, зрештою, може призвести до загнивання картоплин.

Зважаючи на біологічні особливості і способи формування високого врожаю, картопля дуже вибаглива до підготовки ґрунту під її вирощування. Так, якщо проведена якісна підготовка на достатню глибину, забезпечений сприятливий водно-повітряний режим орного горизонту, в обробленому ґрунті зарезервовано достатню кількість кисню, який конче необхідний для дихання кореневої системи та доброму зав'язуванні картоплин, то умови для високого врожаю на початковому етапі технології створені сприятливі. Виходячи з цього, проводячи підготовку ґрунту в польових умовах базового господарства потрібно якомога ретельніше підійти до проектування сівозміни та на етапі обробітку ґрунту забезпечити агротехнічними методами максимально легкий та сприятливий за механічним складом ґрунт, що в умовах важких чорноземів Центральної України зробити доволі складно.

Наступні етапи технології вирощування є теж не менш відповідальними і впливають на врожайність і якість зібраної картоплі.

Існуюча технологія вирощування картоплі в господарстві, напрямки її поліпшення

Після набуттям України незалежності, у агровиробництві почав відбуватися поступовий перехід від крупних до дрібних і середніх агроформувань, що стало одним із ключових факторів переходу близько 95% обсягу виробництва картоплі на приватні присадибні ділянки. Ситуація почала змінюватися лише після 2000 р., коли поступово кількість господарств, які в свою сівозміну почали вводити картоплю, вирощувати і реалізовувати цю культуру почало повільно зростати. Але навіть сьогодні, в нашій державі дуже мало фермерів вирощує картоплю більше ніж на 100 га своїх полів, дещо більше вирощують на площах 25...50 га, а загальний обсяг валового збору до цих пір промисловими масштабами не перевищує 20% у порівнянні із 80% – збір на присадибних ділянках.

Існуюча тенденція є значною проблемою, яку потрібно вирішувати на рівні держави, адже відновлення картоплярства на промисловому рівні

					ІТБК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

дозволить стабільно отримувати врожаї цієї стратегічно важливої культури для продовольчої безпеки, цілого ряду продукції народного господарства, кормовиробництва, поліпшити сівозміни на полях тощо. Для відновлення картоплярства на полях фермерських господарств, потрібно чітко розуміти, яка технологія має реалізовуватися та потреби в технічному забезпеченні технології вирощування картоплі, проводити якісний підбір сортів та забезпечувати якість проведення кожного із етапів технологічного процесу вирощування картоплі, відповідально і ретельно підходити до хімічного супроводу всього процесу, якісно і своєчасно та з мінімальними затратами і втратами зібрати вирощений врожай тощо.

Грунтові умови та місце культури в сівозміні господарства

Наведені біологічні особливості картоплі підтверджують, що для ефективного росту і розвитку рослин, формування картоплин та їх повноцінного зростання, потрібно забезпечити у ґрунті достатню кількість кисню, поживних речовин та вологості. Аналіз сукупності ґрунтових умов, клімату та інших факторів очевидно, що Північний степ та Лістосеп України найбільш повно і комплексно здатні виконати ті умови, що висуваються для отримання стабільних врожаїв картоплі.

Якщо на присадибних ділянках, на яких вирощується картопля, таке поняття як сівозміна є повністю відсутнім, то вирощуючи картоплю промисловим способом, за дослідженням агрономів доцільно не частіше ніж раз на п'ять років на одному полі, що дозволяє уникати зараження готового врожаю хворобами, боротися природнім способом із шкідниками та карантинними бур'янами. Зі сторони достатнього забезпечення живлення посадок картоплі та створення передумов для якісного обробітку ґрунту найбільш бажаними попередниками для картоплі є всі види озимих і ярих зернових та зернобобові культури, причому існує тенденція до залишення на поверхні поля рослинних залишок попередника, що частково дозволяє

підвищити рівень органіки та поліпшити водно-повітряний режим ґрунту, а отже – чинить позитивний ефект на вирощування картоплі.

Операції підготовки ґрунту при вирощуванні картоплі

Готуючи ґрунт під вирощування картоплі, потрібно його ефективно і якісно розпушити з метою поліпшення водно-повітряного режиму, що в кінцевому випадку створює сприятливі умови для розвитку кореневої системи і формування самих бульб. Найбільш сприятливими умовами для вирощування картоплі є об'ємна вага орного горизонту до $1,2 \text{ г/см}^3$ при вирощуванні картоплі на суглинкових ґрунтах, та $1,3 \dots 1,4 \text{ г/см}^3$ – на піщаних і супіщаних ґрунтах. Для досягнення таких показників розпушеності орного горизонту, у більшості випадків потрібно комплексно і поетапно провести наступні технологічні операції: провести лушення стерні, виконати повноцінну оранку чи якісне розпушування ґрунту та провести комплекс робіт по підготовці ґрунту до посадки картоплі.

Проводити лушення стерні потрібно якомога швидше після збирання попередника, для максимального збереження органічної речовини в рослинних рештках і їх заробки в поле, причому глибина робіт повинна дорівнювати $6 \dots 8 \text{ см}$. У тому випадку, коли поле, де заплановано вирощування картоплі засмічене коренепаростковими бур'янами, тоді глибину лушення збільшують до $12 \dots 15 \text{ см}$. Для проведення операцій лушення господарство використовує дискові агрегати ЛДГ або ж дискатори закордонного виробництва, якщо ж на полі спостерігається суттєве засмічення бур'янами часто операцію дискування поєднують із внесенням гербіциду.

У якості машин для основного обробітку ґрунту в господарстві використовують класичні плуги ПЛН-5-35; ПЛН-7-35, якими проводять глибокий зяблевий обробіток на глибину до 30 см . Основний обробіток у вигляді полицевої оранки поєднують із поверхневим внесенням добрив із подальшою їх заробкою на глибину обробітку. На полях, які несуть загрозу появи вітрової чи водної ерозій, чи для руйнування підорної ущільненої

підосвіи часто оранку замінюють на плоскорізний обробіток, для чого в господарстві використовують культиватори КПЕ-3,8 та КПШ-9 відповідно з тракторами ДТ-75М та Т-150К.

Комплекс робіт по передпосівній обробці поля починають рано навесні, а першою проводять операцію культивації на глибину 6...8 см із одночасним внесенням аміачної води. Другу культивацію проводять за кілька днів до посадки картоплі із глибиною до 10 см. Для виконання обох культивацій в базовому господарстві використовується культиватор КПС-4 в агрегаті із тракторам Т-150К.

Удобрення картоплі під час її вирощування

Для досягнення планових врожаїв картоплі на полях господарства потрібно забезпечити повноцінну та комплексну технологію її удобрення, саме вірно організовані такі заходи дозволяють, навіть за не дуже сприятливих умов все-ж забезпечувати певний результат, який виражається загальним валовим збором вирощеної картоплі. Дуже важливо при реалізації технологічних процесів картоплі забезпечити внесення органічних добрив, саме такі добрива сприяють поліпшенню фізичного тану ґрунту, стимулюють і пришвидшують загальну біологічну активність ґрунту, що є запорукою отримання стабільного врожаю даної культури. Доведено, що достатньою нормою органіки, яка потрібна для отримання стабільного врожаю картоплі є 30...40 т/га. Важливою умовою внесення органічних добрив під картоплю є їх внесення перед основним обробітком, для того, щоб вистачило часу органічній речовині засвоїтися ґрунтовим середовищем, а компоненти добрив вже до стадії вегетації рослин знаходилися в ґрунті у доступному для картоплі стані. Так як на полях України існує загальна проблема із наявністю традиційних органічних добрив, в господарствах часто означену проблему вирішують шляхом вирощування і заробки у ґрунт сидератів, а в якості культур для цього використовують ріпак, люпин, озимі зернові, гірчицю, редьку, суміші трав та

ін. Заробляють сидерати в ґрунт під час реалізації операції лушення, коли рослини знаходяться в активній (зеленій) фазі їх розвитку.

Якщо існує потреба вирощувати картоплю на ґрунтах, що є бідними на поживні речовини, то в господарстві підвищують норми внесення фосфорних і калійних добрив до 20...30 кг/га. Як правило внесення таких підвищених норм добрив суміщають із операціями посадки картоплі, що здійснюють локальним підґрунтовим способом.

Підготовка посадкових бульб до садіння

Для створення сприятливих умов для отримання врожаю варто забезпечити ретельний підбір посадкової картоплі. Адже використання якісного посадкового матеріалу, а саме добре відсортованого та розділеного на однакові фракції, не виродженого та неушкодженого шкідниками і хворобами дозволяє забезпечити гарну схожість рослин та отримати високі енергію проростання і силу росту.

Нам етапі підготовки картоплі до посадки, варто їх відсортувати за розмірами та обробити комбінованими препаратами, що мають стимулюючу і захисну дію. Якщо в господарстві існує така технічна можливість і можна проводити посадку пророщених бульб, то картоплю краще проростити. Картоплю яку будуть саджати відкалібровують на три фракції за ваговими показниками: крупну – більше 80 г; середню – 50...80 г та дрібну 25...50 г. Під час проведення посадки в картоплесаджалку завантажуються лише одна із перелічених фракцій, але найкраще саджати середню фракцію бульб, як з точки зору роботи садильних апаратів картоплесаджалок, так і з точки зору витрат посадкового матеріалу, розподілу площ живлення та показників схожості.

Посадка картоплі

Починати посадочні операції можна лише після повного дозрівання ґрунту, а це його рівномірне прогрівання до 6...8°C на глибину не менше 10 см. Умовою отримання врожаю ранньої картоплі є те, що такі сорти потрібно садити достатньо пророщеними і якомога раніше.

Базовим агрегатом для посадки картоплі в нашій державі і в базовому господарстві є картоплесаджалки класичного принципу роботи КСМ-4, КСМ-6 чи СН-4Б. Під час садіння картоплю заробляють на глибину 6...8 см, але ж при роботі на легких ґрунтах бульбу висаджують глибше на 2...3 см. У випадку необхідності здійснювати посадку картоплею дрібної фракції (25...50 гр.), то глибину її посадки зменшують на 2...3 см у порівнянні із нормативною.

Проводячи посадкові операції важливо забезпечувати задану глибину розподілу картоплин за довжиною рядка, оскільки цей параметр визначає в майбутньому площу живлення рослин, а отже має прямий вплив на формування врожаю. Під час вирощування картоплі промисловими методами потрібно забезпечити рівномірний розподіл картоплин із нормами по рослинам 45...50 тис. кущів на один гектар площі поля. Незважаючи на різні способи садіння, схема садіння картоплина має забезпечуватися від 70×20 см до 70×30 см.

Догляд за картоплею після посадки

За умови забезпечення якісного і повноцінного догляду за картоплею можна забезпечити підвищення її врожайності до 20%. Зважаючи на погодні умови, перший обробіток ґрунту проводиться через 7...12 днів після посадки картоплі. В залежності від стану полів господарства, кількості опадів, температурного режиму в господарстві потрібно проводити 2...3 обробки до появи сходів та 2...3 обробки після їх появи. Знищення бур'янів на полях із картоплею, проводять механічним способом, шляхом проведення міжрядного обробітку після повного сходження картоплі, причому бур'яни теж бажано знищувати на ранніх стадіях їх розвитку. Середньо та пізньостиглі сорти

					ІТБК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

картоплі під час операцій догляду за посівами присипають (окучують) ґрунтом до 6...8 см. Це дозволяє поліпшити кущіння та зав'язування картоплі, але цю операцію краще проводити дисковими робочими органами, а лапи-підгортачі для цього використовувати не рекомендується. Поряд з тим, ранньостиглі сорти картоплі, насамперед на ранніх стадіях її розвитку присипати не бажано, так як це призводить до зниження врожаю.

Хімічний захист картоплі під час її вирощування

Картопля є тією сільськогосподарською культурою, яка може дуже швидко вражатися хворобами і шкідниками, що призводить до зменшення врожаю та її цінності через погіршення як загальних характеристик зібраної картоплі так і ускладнення умов зберігання врожаю в майбутньому. Найбільш поширеними та загрозливими для картоплі в умовах Центрального степу України є фітофтороз та колорадський жук. Саме тому проводити агрохімічні заходи для боротьби із цими шкідниками і захворюваннями є життєвонеобхідним для вирощування повноцінної картоплі із показниками стабільного врожаю.

Картопля, як і інші пасльонові культури, може швидко вражатися фітофторозом, що проявляється дуже передчасним пожовтінням самих рослин, висихання і відмирання листків та стебел. Захворювання картоплі фітофторозом супроводжується сповільненням процесу фотосинтезу, аж до його повної зупинки, від чого починає страдати і коренева частина рослини, сповільнюється і аж повністю зупиняється формування картоплин, а та картопля, що зав'язалася, перестає рости і починає в'янути. Якщо посадки картоплі вражені цією хворобою масово, причому захворювання вражає рослини на пізніх стадіях розвитку, все одно втрати врожаю становлять до 30...45%.

Єдиним дієвим способом захисту картоплі від фітофторозу є обприскування посадок хімічними препаратами, що носять системно контактну дію. Перший етап обробки фунгіцидами, для захисту картоплі від

хвороб потрібно провести у той час коли посадки картоплі перебувають на початку фази цвітіння-бутонізації. Для більш системного і гарантованого захисту картоплі, ці обприскування варто повторювати через кожні 10...14 днів. Сьогодні до дієвих препаратів системно-контактної дії відносять Авіксіл 70%, який потрібно вносити із нормами 2,1...2,6 кг/га; Танос, норми внесення якого 0,6 кг/га ; Акробат МЦ 69% із нормами внесення до 2 кг/га та інші препарати подібної дії.

На ряду із хворобами, дуже загрозливим шкідником для посадок картоплі є колорадський жук, який швидко може знищувати всю листову та стеблову частину рослин, що може привести до загибелі картоплі. Вирощуючи картоплю на полях господарства, потрібно її раз чи двічі обприскувати саме від колорадського жука. Для знищення жука на картоплі використовуються препарати : Актара 25; Волатон 50%; Моспілан 20%; Децис 12,5%; Фюрі 10%; Конфідор 20% та інші. Норми витрат рідини при обприскуванні картоплі для захисту від колорадського жука є близькою до 300 л/га, а самі дози конкретних препаратів розраховуються окремо за інструкціями, що до них додаються.

Часто якщо, терміни проведення операцій захисту від хвороб і шкідників співпадають в часі, або є за часом проведення дуже близькими ці операції суміщають і проводять системний захист за рахунок одноразового комбінованого обприскування. Для проведення такого комплексного обприскування, спочатку проводять приготування робочої рідини інсектициду до якого поступово додають потрібну норму фунгіциду, а приготовану суміш рівномірно розмішують.

Операції збирання врожаю картоплі та заходи підготовки її до зберігання

Однією із найбільш затратних операцій під час технологічного процесу вирощування картоплі є її збирання, причому ця операція ще й може супроводжуватися значними втратами та пошкодженням врожаю. Пошкодження картоплі при її збиранні пов'язані із взаємодією бульбоплодів із конструктивними елементами робочих машин, що можуть під час

					ІТВК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

викопування, очищення та транспортування бульб їх перерізати, стиска, терти чим пошкоджують цілісність картоплин. Втрати картоплі пояснюються неповним викопуванням картоплин і їх залишення в ґрунті або ж випаданням бульб на поле чи в товщу ґрунту при очищенні та транспортуванні врожаю.

За термінами операції збирання потрібно починати після повного дозрівання картоплі. Візуально дозрівання картоплі супроводжується засиханням бадилля та самі картоплини стають твердими, а шкірка бульб не шкребеться. При збиранні високорослих сортів картоплі та при тривалому невисиханні бадилля, практикують його скошування, що потрібно провести за 3...5 днів до основного збирання врожаю.

Збирання картоплі в умовах господарства проводять сучасним картоплезбиральним комбайном NETAGKO AVR 220B, що може проводити повний цикл робіт із копання, сепарування картоплі (її виділення із ґрунту), очищення від налипань часток ґрунту, транспортування і завантаження зібраного врожаю в бункер із подальшим вивантаженням в транспортні засоби. Починати збирання картоплі потрібно тоді, коли температура ґрунту є вищою за +10°C, а після її збирання з поля, врожай слід кілька тижнів витримати в кагатах для її адаптації на повітрі, проявлення захворювань і пошкоджень, що дозволяє суттєво покращити якість проведення подальшого сортування зібраного врожаю. Під час сортування картоплі відокремлюють пошкоджену і хвору бульбу, неповноцінну і дрібну картоплю теж відбирають і використовують на корм тваринам або ж для виробництва органічних добрив чи крохмалю, товарну картоплю завантажують на зберігання або реалізують чи переробляють.

Закладаючи врожай на зберігання для продовольчої картоплі потрібно забезпечити середню температуру в приміщенні +3...+5°C та контролювати вологість в приміщенні зберігання. Якщо є потреба зберігати посадочний матеріал картоплі, температура зберігання має бути нижчою і не повинна перевищувати +1...+3°C.

2.2. Вдосконалення технології садіння картоплі

Нормативні агротехнічні вимоги садіння картоплі

Вирощуючи картоплю варто керуватися встановленими агротехнічними вимогами до її вирощування. Регламентуються показники кожного із етапів технологічної операції вирощування картоплі окремо, а для садіння картоплі висувуються наступні основні вимоги [1...6]:

- садити бульбу слід тільки після повного дозрівання ґрунту, при цьому мають бути забезпечені оптимальні зональні терміни за показниками вологості і прогрівання, а в межах одного поля роботи мають виконуватися не більше ніж за 6...8 днів;
- ґрунт вважається дозрілим для садіння картоплі тоді, коли він рівномірно прогрітий на всю глибину садіння, а його температура прогрівання дорівнює $+7...+8^{\circ}\text{C}$. Такі умови вважаються найбільш придатними до механічного обробітку ґрунту із утворенням якісної дрібної структури агрегатів, що сприяє збереженню вологи і якісному проростанню рослин;
- глибина садіння картоплі може змінюватися залежно від стану ґрунту і показників посівної придатності самого посівного матеріалу. При садінні картоплі на суглинкових ґрунтах картопля має зароблятися на глибину 6...8 см; на супіщаних ґрунтах глибина заробки складає 8...10 см, якщо ж картоплю потрібно вирощувати в районах із високою ймовірністю засух, то глибина заробки має бути збільшена до 12...14 см. Для любого із указаних типів ґрунтів, вирощуючи картоплю потрібно забезпечити відхилення в глибині її посадки на рівні ± 2 см.;
- норма посадки продовольчої картоплі напряму пов'язана із розмірами посадкової фракції бульб, але в середньому дорівнює 45...50 тис. шт./га;

- проводячи садіння картоплі варто рівномірно розподіляти бульби за довжиною рядка, причому ця рівномірність має бути не менше 60%;
- зміщення міжрядь посадок картоплі має не перевищувати ± 2 см для основних рядків та не більше 10 см для стикових міжрядь картоплі;
- при садінні пророщеної картоплі, загальне пошкодження вічок не повинно бути більшим за 25% від їх початкової кількості на картоплині.

Обґрунтування складу картоплесадильного агрегату

Проводячи підбір і комплектування раціонального машинно-тракторного агрегату для садіння картоплі, потрібно, як і для інших агрегатів, ретельно підійти до вибору енергетичного засобу, обрати такий трактор, який би максимально продуктивно працював із сільськогосподарською машиною [5...11]. Проводячи комплектування посадкового машинно-тракторного агрегату враховується ряд факторів, такі як:

- тип і стан ґрунту, рельєф поля, ґрунтово-кліматичні умови, інші характеристики ґрунту та посадкового матеріалу картоплі;
- стан поля з врахуванням сівозміни, культури-попередника та наступника на полі, де вирощується картопля;
- форма та геометричні розміри конкретного поля, його місце розташування та віддалі від основних базових об'єктів виробництва господарства;
- особливості перебігу попередніх та наступних за поточною технологічних операцій, показники якості виконання їх робіт та показники продуктивності.

Сільськогосподарські операції в рослинництві, за величиною опору робочих машин поділяються на декілька груп. Посадку картоплі проводять агрегатом, який відноситься до другої групи агрегатів за використанням тягових зусиль на рівні із міжрядним обробітком, сівбою просапних культур тощо. Ця група характеризується опором агрегату 4,0...4,5 кН. Для подібних

робіт варто використовувати універсальні енергетичні засоби, у господарстві для цього застосовують трактора тягового класу 14,0 кН.

Вірно скомплектувавши посадочний агрегат вдається комплексно забезпечити показники якості виконання операцій та раціонально витратити енергію на процес. Зважаючи на це комплектуючи картоплесаджалку, яка використовується для садіння картоплі у господарстві, а це машина СН-4Б варто раціонально узгодити тягове зусилля енергетичного засобу із опором саджалки і врахувати витрати енергії на приведення в рух робочих органів картоплесаджалки. Після підбору трактора за потужністю і його тяговими властивостями потрібно підібрати робочі передачі агрегату та перевірити за загальноприйнятою методикою перевірку використання завантаження на кожній із робочих передач. Далі проводять подальший розрахунок кінематики скомплектованого садильного агрегату із визначенням тягового зусилля трактора та розрахунком відповідних розрахункових швидкостей роботи.

Технологічний розрахунок садильного агрегату

Базуючись на стандартних правилах комплектування машинно-тракторних агрегатів, виходячи із агротехнічних вимог до посадки картоплі та технологічного процесу роботи картоплесаджалки СН-4Б, запропоновано за вдосконаленою технологією цю машину комплектувати із трактором Т-70С, в той час як за базовою технологією енергетичний засіб із яким працювала картоплесаджалка був трактор МТЗ-80. Беручи до уваги, що допустима швидкість садіння картоплі за базовою технологією дорівнює $V_p = 6,0$ км/год, а це забезпечується трактором МТЗ-80 на II передачі, трактор Т-70С у агрегаті із вдосконаленою картоплесаджалкою повноцінно реалізує процес на швидкості $V_p = 7,2$ км/год, яка характерна для V робочої передачі обраного енергетичного засобу.

За табличними даними [13] знайдемо робочі швидкості тракторів та тягові зусилля, що їм відповідають для базової та проектної технологій:

					ІТВК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

$$V_{p.\delta} = 4,26 \text{ км/год}, \quad P_{н.зак.\delta} = 14 \text{ кН};$$

$$V_{p.нр} = 6,67 \text{ км/год}, \quad P_{н.зак.нр} = 25 \text{ кН}.$$

Тягове зусилля з врахуванням можливості зміни рельєфу на полі розраховується за залежністю:

$$P_{зак} = P_{н.зак} - G_{тр} \cdot i$$

де $P_{н.зак}$ – номінальне тягове зусилля енергетичного засобу на конкретній обраній передачі, яке знайдено вище, кН;

$G_{тр}$ – конструктивна вага трактору, яка за даними, що наведені в [8] становить: для МТЗ-80 – $G_{тр.\delta} = 33,4$ кН; для Т-70С – $G_{тр.нр} = 44,8$ кН;

i – величина підйому/спуску на полі, де проводиться робота, в долях одиниці, $i = 0,03$.

Тоді розраховуємо ці тягові зусилля для базової і проектної технологій

$$P_{зак}^{\delta} = 14,0 - 33,4 \cdot 0,03 = 13,0 \text{ кН};$$

$$P_{зак}^{нр} = 25,0 - 44,8 \cdot 0,03 = 23,66 \text{ кН}.$$

Знайдемо максимальну розрахункову ширину захвату агрегату для садіння картоплі за формулою:

$$B_{\max} = \frac{P_{зак}}{K + R_i},$$

де K – питомий опір сільськогосподарської машини, в даному випадку – картоплесаджалки СН-4Б [10], що дорівнює $K = 3,5$ кН/м;

R_i – додатковий опір картоплесаджалки, який може виникнути при русі агрегату на підйом, кН/м:

$$R_i = \frac{G_M}{B_k} \cdot i,$$

де G_M – повна споряджена вага картоплесаджалки, за [10] для машини СН-4Б,

$$G_M = 10,2 \text{ кН};$$

B_x – розрахункова конструктивна ширина захвату робочої машини, м., що для картоплесаджалки враховує кількість рядків посадки та фактичне міжряддя, що в математичному описі має вигляд

$$B_x = 0,7 \cdot 4 = 2,8 \text{ м.}$$

Отже, з врахуванням знайдених величин, додатковий тяговий опір садильного агрегату становить:

$$R_t = \frac{10,2}{2,8} \cdot 0,03 = 0,11 \text{ кН/м}$$

Тоді розрахункова максимальна ширина захвату садильного агрегату для обох технологій дорівнює

$$B_{\max}^{\delta} = \frac{13}{3,5 + 0,11} = 3,6 \text{ м;}$$

$$B_{\max}^{np} = \frac{23,66}{3,5 + 0,11} = 6,55 \text{ м.}$$

Знайдемо максимально можливу кількість робочих машин в одному агрегаті, виходячи із максимальної розрахункової ширин захвату

$$n_c = \frac{B_{\max}}{B_k}.$$

Тоді для обох технологій маємо:

$$n_c^{\delta} = \frac{3,6}{2,8} = 1,29 \text{ шт.};$$

$$n_c^{np} = \frac{6,55}{2,8} = 2,34 \text{ шт.}$$

Потрібно мати на увазі той факт, що картоплесаджалка працює із приводом на робочі органи від ВВП енергетичного засобу, а тому не залежно від розрахованої максимальної кількості робочих машин в агрегаті, і для базової і для проектної технологій разом із обраним трактором буде працювати лише по одній картоплесаджалки СН-4Б.

Маючи на увазі те, що працюючи на посадці картоплі скомплектований агрегат може зазнавати дії тимчасових перевантажень, робота агрегату із

однією машиною за проектною технологією дозволяє забезпечити необхідний резерв для подолання будь-яких перевантажень.

Розрахуємо тяговий опір скомплектованих агрегатів за формулою:

$$R = (K + R_1) \cdot B_K \cdot n_c.$$

Ця величина буде однаковою для обох технологій, а підставивши знайдені вище числові значення маємо:

$$R_{a\pi p}^{\delta} = R_{a\pi p}^{np} = (3,5 + 0,11) \cdot 2,8 \cdot 1 = 10,1 \text{ кН}.$$

Проведемо розрахунок для базової і проектної технологій використання тягового зусилля енергетичного засобу враховуючи опір агрегату та тягове зусилля трактора на обраній швидкості:

$$\eta_{m\pi}^{\delta} = \frac{R_{a\pi p}^{\delta}}{P_{\text{зак}}^{\delta}} = \frac{10,1}{13} = 0,78;$$

$$\eta_{m\pi}^{np} = \frac{R_{a\pi p}^{np}}{P_{\text{зак}}^{np}} = \frac{10,1}{23,66} = 0,43.$$

Проведемо розрахунок змінної продуктивності посадочного агрегату, виходячи із ширини захвату, робочої швидкості та часу роботи:

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p,$$

де B_p – дійсна ширина захвату картоплесаджалки, яка знайдена вище

$$B_p = 2,8 \text{ м};$$

V_p – швидкість агрегату під час його роботи в полі, км/год;

$$V_p = V_T \left(1 - \frac{\delta}{100} \right),$$

де V_T – відповідні теоретичні швидкості руху садильних агрегатів при садінні картоплі за базовою та проектною технологіям, що відповідно дорівнює

$$V_T^{\delta} = 4,26 \text{ км/год}; V_T^{np} = 6,67 \text{ км/год};$$

δ – коефіцієнт, який враховує проковзування ведучих коліс трактора,

$$\delta = 12 \%.$$

Розрахуємо для обох технологій:

$$V_p^{\delta} = 4,26 \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 3,75 \text{ км/год};$$

$$V_p^{np} = 6,67 \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 5,87 \text{ км/год}.$$

T_p – час роботи картоплесаджалки в полі під час її робочого ходу, год.

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau,$$

де $T_{зм}$ – час, протягом якого триває зміна, на період весняно польових робіт для сільськогосподарського виробництва тривалість однієї зміни

$$T_{зм} = 8 \text{ год};$$

τ – коефіцієнт, що враховує наскільки ефективно використовується час зміни. Якщо прийняти, що середня довжина гонів на полі де вирощується картопля є рівною 1 км., то цей показник становить $\tau = 0,8$.

Тоді чисти час роботи картоплесадильного агрегату при виконанні робочого ходу складає:

$$T_p = 8 \cdot 0,8 = 6,4 \text{ год}.$$

Підставивши розраховані значення в залежність для визначення змінної продуктивності картоплесаджалки для обох технологій отримаємо:

$$W_{зм}^{\delta} = 0,1 \cdot 2,8 \cdot 3,75 \cdot 6,4 = 6,72 \text{ га/зм};$$

$$W_{зм}^{np} = 0,1 \cdot 2,8 \cdot 5,87 \cdot 6,4 = 10,52 \text{ га/зм}.$$

Розрахуємо кількість пального, що потрібна для роботи картоплесадильного агрегату:

$$Q_{за} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}},$$

де $Q_{зм}$ – дійсні витрати палива за зміну роботи, кг/зм;

$W_{зм}$ – розрахункова змінна продуктивність картоплесадильного агрегату, га/зм.

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_z \cdot t_z,$$

де Q_p – витрати палива за годину роботи під час виконання робочого ходу садильного агрегату, за [10], для агрегату із трактором МТЗ-80

$Q_p^{\delta} = 15,4$ кг/год, для агрегату із трактором Т-70С – $Q_p^{np} = 15,0$ кг/год;

Q_x – витрати палива за годину холостих проходів садильного агрегату, для трактора МТЗ-80 – $Q_x^{\delta} = 9,7$ кг/год; для трактора Т-70С – $Q_x^{np} = 9,3$ кг/год [10];

Q_z – витрати палива за годину роботи при зупинках із працюючим двигуном, для трактора МТЗ-80 – $Q_z^{\delta} = 1,9$ кг/год; для трактора Т-70С – $Q_z^{np} = 1,4$ кг/год [10];

T_p – час чистої роботи картоплесаджалки в полі, год;

t_x – час здійснення холостих проходів картоплесаджалки, год;

t_z – час зупинок агрегату із запущеним двигуном, год;

$$t_x = t_z = \frac{T_{зм} - T_p}{2},$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни роботи, за нормативами, $T_{зм} = 8,0$ год;

T_p – час чистої роботи агрегату в полі, що розраховано раніше,

$T_p = 6,4$ год.

Отже, тоді розраховуємо

$$t_x = t_z = \frac{8 - 6,4}{2} = 0,8 \text{ год.}$$

Після приведених вище розрахунків, можемо знайти витрати палива на садіння картоплі за обома технологіями

$$Q_{зм}^{\delta} = 15,4 \cdot 6,4 + 9,7 \cdot 0,8 + 1,9 \cdot 0,8 = 107,08 \text{ кг/зм};$$

$$Q_{зм}^{np} = 15 \cdot 6,4 + 9,3 \cdot 0,8 + 1,4 \cdot 0,8 = 104,56 \text{ кг/зм.}$$

З врахуванням змінних витрат палива, для обох технологій знайдемо годинні витрати палива під час садіння картоплі за базовою і проектною технологіями:

$$Q_{\text{за}}^{\text{б}} = \frac{107,08}{6,72} = 15,94 \text{ кг/год};$$

$$Q_{\text{за}}^{\text{м}} = \frac{104,56}{10,62} = 9,94 \text{ кг/год.}$$

Проведені розрахунки дозволяють констатувати, що запропонований проектний агрегат у складі енергетичного засобу Т-70С та картоплесаджалки СН-4Б є більш придатним для процесу садіння картоплі в даних конкретних умовах господарства. Запропонований агрегат може працювати із вищою швидкістю роботи, за умови забезпечення якісних показників процесу. Так, трактор Т-70С може працювати із картоплесаджалкою на V робочій передачі, в якості додаткової може бути IV передача, а дійсна робоча швидкість може досягати 5,87 км/год. Крім того, проектна технологія дозволяє досягти на 25% економії пального у порівнянні із агрегатом МТЗ-80 та картоплесаджалка СН-4Б.

Підготовка поля до роботи агрегату та кінематика картоплесадильного агрегату

Ефективна, своєчасна і якісна підготовка поля до роботи картоплесадильного агрегату дозволяє суттєво збільшити продуктивність праці, зменшити тривалість допоміжних операцій, вірно і продуктивно організувати роботу скомплектованого агрегату, покращити загальну якість виконання робіт тощо. В процесі підготовки до роботи поля необхідно насамперед усунути всі можливі до усунення перешкоди, оцінити рельєф та форму поля, визначитися із найбільш раціональним напрямком руху, який би дозволяв ефективно виконувати всі наступні проходи по полю агрегатів аж до збирання готового врожаю. На етапі підготовки поля, потрібно обрати

найбільш доцільний спосіб руху картоплесадильного агрегату по полю ьта вірно спроектувати напрямки зміни руху.

Спосіб руху агрегату по полю вибираються виходячи із геометричних розмірів поля, довжини гонів, рельєфу, перешкод тощо. На цьому етапі робіт варто забезпечити, щоб рекомендований спосіб руху агрегату по полю забезпечував максимальну продуктивність картоплесаджалки за умов цілковитого виконання агротехнічних вимог при цьому варто враховувати і показники економічної ефективності процесу вцілому.

Під час проведення посівних і садильних робіт найбільш доцільним є гоновий спосіб руху агрегату в полі, який і обираємо для роботи картоплесадильного агрегату. За такого способу ще обов'язково залишають поворотні смуги по обидва кінці поля, які потім обробляються окремим проходом. Саме цей спосіб руху дозволяє найбільш просто реалізувати проведення наступних технологічних проходів агрегату по полю, наприклад проведення догляду за посівами у вигляді міжрядного обробітку, що підтверджує вірність обраного способу руху картоплесадильного агрегату по полю.

Розрахуємо орієнтовні розміри поворотних смуг по краям поля, з врахуванням того, що картоплесадильний агрегат розвертається петльовими грушоподібними поворотами. За відомою залежністю в такому випадку величина поворотної смуги дорівнює [9]:

$$E = 3 \cdot R_{\min} + L_a,$$

де $R_{\min}$ – розрахунковий мінімальний радіус повороту картоплесаджалки, м;

L_a – розрахункове значення кінематичної довжини картоплесадильного агрегату, м.

Проведемо розрахунок мінімального радіусу повороту скомплектованого садильного агрегату, за умови того, що картоплесаджалка СН-4 є причіпною машиною, а трактор Т-70С – гусеничний енергетичний засіб:

$$R_{\min} = 1,7 \cdot B_p = 1,7 \cdot 2,8 = 4,76 \text{ м.}$$

Кінематична довжина картоплесадильного агрегату може бути знайдена за залежністю:

$$L_a = L_{mp} + L_M,$$

де L_{mp} – дійсна кінематична довжина енергетичного засобу, за паспортними даними для трактора Т-70С [10], $L_{mp} = 1,8 \text{ м}$;

L_M – дійсна кінематична довжина картоплесаджалки, для саджалки СН-4Б за даними [10], $L_M = 1,6 \text{ м}$.

Отже, розрахункове значення кінематичної довжини садильного агрегату становить:

$$L_a = 1,8 + 1,6 = 3,4 \text{ м.}$$

Після знайдених величин можемо розрахувати яка ж має бути поворотна смуга, ці розрахунки набувають наступного вигляду:

$$E = 3 \cdot 4,76 + 3,4 = 17,68 \text{ м.}$$

З метою недопущення утворення огріхів і інших необроблених ділянок, при роботі картоплесаджалки в полі потрібно забезпечити, щоб

Для відсутності огріхів необроблених ділянок поля і перекриттів, які не допустимі при посадці, вибираючи дійсне значення поворотної смуги, необхідно, щоб вона була кратною ширині проходу агрегату, а отже

$$K = \frac{E}{B_p} = \frac{17,68}{2,8} = 6,31.$$

Задаємося, що обробляти поворотну смугу потрібно за $K = 7$ проходів.

Враховуючи прийняту кратність проходів, уточнюємо дійсне значення поворотної смуги:

$$E = K \cdot B_p = 7 \cdot 2,8 = 19,6 \text{ м.}$$

Виходячи із проведених розрахунків, агрегат у складі трактора Т-70С і картоплесаджалки СН-4Б добре працює в полі за умови величини поворотних смуг на рівні 19,6 м.

					ІТВК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Ще одним параметром, яким визначається можливість і точність ведення садильного агрегату по полю є довжина його виїзду, яка має пряму залежність від конструкції сільськогосподарської машини, а саме – від взаємного розміщення основних виконавчих елементів машини (робочих органів) відносно кінематичного центру агрегату. Враховуючи, що агрегат комплектується шляхом навішування машини на задню навіску трактора, довжина виїзду агрегату рівна [10]:

$$e = 0,1 \cdot L_a.$$

А значить, отримаємо наступне значення

$$e = 0,1 \cdot 3,4 = 0,34 \text{ м.}$$

Наступний етап розрахунків кінематики агрегату пов'язаний із розрахунком ширини загінки. Для проведення цих робіт потрібно розрахувати раціональне значення ширини загінки за універсальною формулою [12], яка дозволяє знайти заданий параметр за умов руху агрегату як всклад так і в розгін:

$$C_{опт} = \frac{10^4 \cdot (2...3) \cdot W_{зм}}{L},$$

де L – середнє значення довжини даного поля, на якому вирощується картопля, м

$$C_{опт} = \frac{10^4 \cdot 2 \cdot 10,62}{1000} = 212,4 \text{ м.}$$

Узгодимо розраховане значення оптимального розміру загінки поля із дійсною шириною захвату картоплесадильного агрегату

$$n = \frac{C_{опт}}{B_p} = \frac{212,4}{2,8} = 75,86 \text{ проходів.}$$

Після округлення знайденого числа проходів до найближчого числа, маємо дійсну ширину загінки, яка дорівнює:

$$C = n \cdot B_p = 76 \cdot 2,8 = 212,8 \text{ м.}$$

Тоді загальна кількість загінок на полі, де відбувається посадка картоплі:

$$n_z = \frac{10^4 \cdot F}{L \cdot C},$$

де F – площа поля, на якому вирощується картопля, $F = 60$ га;

$$n_z = \frac{10^4 \cdot 60}{1000 \cdot 212,8} = 2,82 \text{ шт.}$$

Значить потрібно розбити поле на дві загінки шириною по 212,8 м кожна, а третя загінка буде мати розмір $C_3 = C_1 \cdot 0,82 = 174,4$ м.

З метою оцінки обраного способу руху картоплесаджалки в загінці потрібно розрахувати коефіцієнт робочих ходів агрегату

$$K_p = \frac{L_p}{L_p + L_x},$$

де L_p – усереднена робоча довжина загінки поля, м;

L_x – дійсне середнє значення довжини холостого ходу під час посадки картоплі, м.

Маючи на увазі, що садильний агрегат по полі рухається човниковим способом маємо:

$$L_p = L - 2 \cdot E;$$

$$L_x = 6 \cdot R + 2 \cdot l,$$

де l – довжина виїзду картоплесадильного агрегату при його маневруванні

$$l = 0,5 \cdot L_a = 0,5 \cdot 1,6 = 0,8 \text{ м};$$

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 19,6 = 960,8 \text{ м};$$

$$L_x = 6 \cdot 4,76 + 2 \cdot 1,6 = 31,76 \text{ м.}$$

Тоді розрахункове значення коефіцієнтів робочих ходів картоплесадильного агрегату:

$$K_p = \frac{960,8}{960,8 + 31,76} = 0,97.$$

Значення останнього коефіцієнту є дуже близьким до 1, що вказує на правильність вибору як кінематичних характеристик картоплесадильного агрегату, так і вірну організацію роботи вдосконаленого агрегату у загінці та ефективної витрати робочого часу.

Для визначення тривалості циклу садіння картоплі маємо формулу:

$$T_{\eta} = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2 \cdot t_n,$$

де t_n – час повороту картоплесаджалки в кінці загінки, $t_n = 1,5$ хв.

$$T_{\eta} = \frac{12 \cdot 960,8}{10^2 \cdot 5,87} + 2 \cdot 1,5 = 22,64 \text{ хв.} \approx 0,377 \text{ год.}$$

В свою чергу, дійсна технічна продуктивність картоплесаджалки за один цикл роботи дорівнює:

$$W_{\eta} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{\eta} \cdot \tau,$$

де τ – коефіцієнт використання часу циклу, $\tau = 0,8$.

$$W_{\eta} = 0,1 \cdot 2,8 \cdot 5,87 \cdot 0,377 \cdot 0,8 = 0,62 \text{ га/цикл.}$$

Розрахуємо яку кількість циклів проводить картоплесадильний агрегат за робочу зміну

$$n_{\eta} = \frac{W_{зм}}{W_{\eta}};$$

$$n_{\eta} = \frac{10,62}{0,62} = 17,1 \text{ цикл/зміну.}$$

Результати проведених розрахунків дозволяють скласти операційно-технологічну карту на операцію садіння картоплі вдосконалим агрегатом із зазначенням усіх його кінематичних характеристик та умов виконання робіт.

3. Наукова частина роботи

3.1. Опис картоплесаджалки СН-4Б, напрямки її вдосконалення

В науковій частині роботи запропоновано провести деякі вдосконалення конструкції картоплесаджалки СН-4Б (рис. 4). Ця машина є двосекційним, змонтованим на рамі зварної конструкції агрегатом, який під час руху по полю опирається на два опорні колеса. Кожна із секцій складається із бункера, що в нижній частині переходить у живильні ковші. На кожній секції змонтовано по два садильних ложково-дискових апарата, туковисівний апарат, два сошники, що працюють на кожен із рядків посадки, набір робочих органів для загортання картоплі в рядку. Окремо на рамі картоплесаджалки встановлюються маркери, а контрпривод та редуктор виконують функцію механізму приводу.

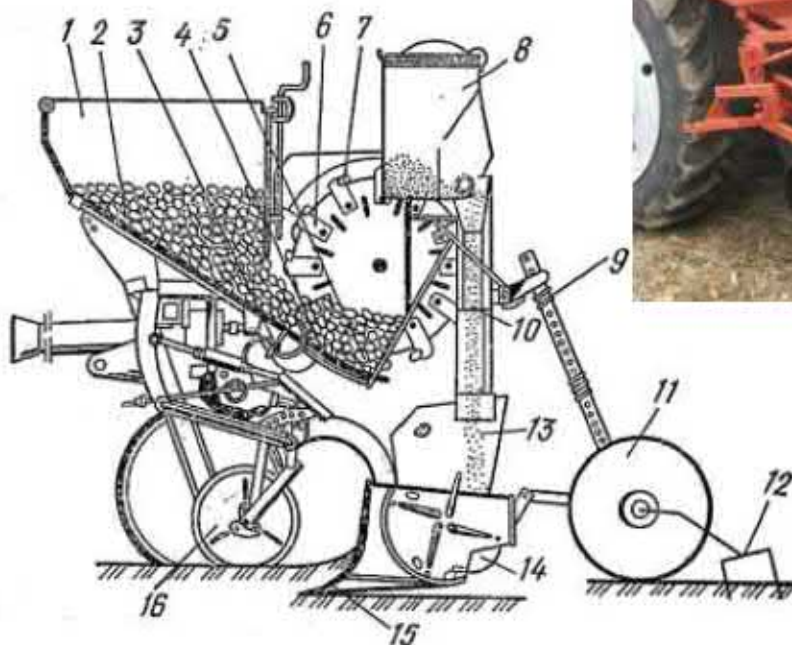


Рис. 4. Принципова схема та фото картоплесаджалки СН-4Б:

- 1 – бункер; 2 – струшувач; 3 – ворушила; 4 – живильний ківш; 5 – шнек;
6 – ложечки садильних апаратів; 7 – затискачі картоплі; 8 – туковисівний апарат; 9 – штанга з притискаючою пружиною; 10 – тукопровід;

11 – диски борознозагортачі; 12 – вирівнююча борінка; 13, 14 – сошники;
15 – слідорозрихлювач; 16 – колесо копіююче

Рама картоплесаджалки під час комплектування із трактором закріплюється на навісному механізмі енергетичного засобу. Після комплектування агрегату, в бункер сільськогосподарської машини завантажується посадкова картопля, яка самопливом потрапляє живильних ковшів, які в свою чергу забезпечують безперебійну подачу садильних бульб до вичерпуючих садильних апаратів. Вичерпуючий дисково-ложковий садильний апарат забезпечує відбирання картоплі із загальної маси, її транспортування до місця скидання в борозну та скидання відібраної бульби в борозну, утворену сошником. Функція сошника заключається в розкритті борозни та формування вологого ложе для бульби та закриття борозни ґрунтом після вкидання в неї картоплі. Направляють картоплю у вірне місце борозни після скидання останньої ложечками садильного апарату спеціальні відбиваючі щитки. Функцію якісного загортання картоплі ґрунтом після проходження сошника виконують борознозагортаючі диски, причому у картоплесаджалки СН-4Б є змога для реалізації гребеневого способу посадки картоплі відповідним чином встановити бороздозагортачі.

Туковисівні апарати проводять суцільне внесення мінеральних добрив, які подаються до утворених борозен, чим забезпечується внутрішньогрунтове дозоване внесення хімікатів. Маркери, традиційно для посадочних машин, на поверхні поля утворюють сліди, по яким відбувається спрямовування агрегату на наступні проходи, що дозволяє забезпечувати задані за агротехнічними вимогами стикові міжряддя. Опорні колеса призначені для регулювання заданої глибини ходу сошників, що відповідно забезпечує необхідну глибину садіння картоплі. Механізм приводу робочих органів картоплесаджалки здійснюється від валу відбору потужності трактора та передається через редуктор, контрпривод і систему передач, приводячи в обертання ложково-дискові садильні апарати та туковисівні апарати картоплесаджалки. Зміна

частоти обертання садильних і туковисівних апаратів картоплесаджалки реалізується за рахунок змінних зірочок в ланцюгових передачах механізму приводу.

Працює картоплесаджалка СН-4Б так. Спочатку картопля, яку потрібно садити завантажується у бункер 1 (рис. 4) вручну або ж з допомогою спеціальних завантажувачів. Картопля із бункера 1 суцільним потоком подається до живильних ковшів 4, під час чого відбувається примусова активація посадкового матеріалу струшувачами 2 та спеціальними ворушилками 3. Живильні ковші 4 забезпечують регулювання товщини картоплі, яка підводиться до садильного апарату заслінкою. Безпосередньо в самому живильному ковші 4 посадкова картопля розділяється спеціальним подільником на два потоки, в яких картопля захоплюється шнеками 5 та транспортується до ложечок дискових садильних апаратів 6. Дискові вичерпуючі садильні апарати, обертаючись, ложечками 6 захоплюють картоплю, кожна картоплина, що залишилася в ложечці при подальшому обертанні разом із диском, фіксується і утримується в ложечці підпружиненим затискачем 7. Зафіксована підпружиненим затискачем картопля обертається разом із садильним апаратом і переміщується до місця скидання бульби у борозну. Дійшовши до місця скидання картоплі, важіль-затискач 7 набігає на копіювальну шину, що забезпечує відведення пружиною затискача від картоплини та її вільне випадання у верхній отвір сошника 13. Траєкторія руху картоплі після її скидання із садильного апарату задається спеціальними відбиваючими щитками в середині сошника. Скинувши свою картоплину, ложечка 6 знову проходить через шар картоплин, які знаходяться у живильному ковші 4 і цей циклічний процес захоплення, транспортування і скидання картоплин продовжується або ж до зупинки машини або ж до закінчення посадкового матеріалу в бункері і живильному ковші.

Добрива, у вигляді туків, що віддозовані туковисівним апаратом 8, тукопроводами 10 спрямовуються до борозни, утвореної сошником 14.

					ІТВК 00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Утворені після посадки борозни, засипаються ґрунтом із подальшим вирівнюванням поверхні поля, що здійснюють диски-борознозагортачі 11 та завершують весь процес вирівнювання поверхні поля вирівнюючі борінки 12. Є можливість регулювати і тиск борознозагортаючих робочих органів на ґрунт, що змінюється за рахунок тиску на штангу пружини 9.

Загальна характеристика картоплесаджалки СН-4Б та деякі основні технологічні показники цієї машини наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Загальна характеристика картоплесаджалки СН-4Б

Показник	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3
Продуктивність роботи агрегату при швидкості 5 км/год.	га/год	0,60
Ширина захвату машини	м	2,8
Вага машини в спорядженому стані	кг	850
Робоча швидкість машини при посадці	км/год	4,8...6,5
Транспортний просвіт, не менше	мм	300
Допустима транспортна швидкість: - по дорогах з твердим покриттям - по ґрунтовим дорогам	км/год	до 13 до 7
Агрегування картоплесаджалки з тракторами - колісними - гусеничними		1,4 3
Міжряддя, з яким картопля висаджується	м	0,6...0,7
Допустима відхилення між картоплинами в рядку (регульована)	м	0,2...0,4
Вага елементів картоплесаджалки, що безпосередньо забезпечують садіння	кг	790
Висота бункерів для завантаження картоплі і добрив (від підніжок)	мм	880
Привід робочих органів картоплесаджалки		ВВП трактора
Кількість працівників, що обслуговують машину при роботі	люд.	1 механізатор
Місткість бункерів для картоплі	шт×кг	2×180
Місткість бункерів для добрив	шт×кг	2×24

Вдосконалення робочих органів картоплесаджалки СН-4Б

Суттєвим недоліком картоплесаджалки СН-4Б, як і інших подібних за принципом дії машин із вичерпуючими ложково-диковими садильними апаратами, що не дає можливість забезпечити працездатність роботи таких апаратів на підвищених швидкостях є низька частота подача картоплі до ложечок, що в серійних машинах не перевищує 4...5 бульб в секунду. Саме це не дозволяє забезпечити працездатність картоплесаджалок на робочій швидкості більшій за 6 км/год, адже тоді, за свідченнями протоколів випробувань і реальних відгуків користувачів таких систем, збільшується кількість пропусків картоплин за довжиною рядка, що ускладнює чи взагалі робить неможливим виконання агротехнічних вимог за таким критерієм, як допустимий відсоток пропусків, який не повинен перевищувати 3%. Збільшення кількості пропуску картоплин при посадці створює сприятливі умови для розвитку бур'янів у проміжках між кущами картоплі, що призводить в кінцевому випадку до забивання культурних рослин бур'яном та має прямий вплив на загальну врожайність цієї культури.

Аналізуючи існуючі дослідження в напрямку інтенсифікації роботи дисково-ложкових садильних апаратів вичерпуючої дії машин як вітчизняного так і закордонного виробництва встановлено, що для усунення вказаної проблеми, зроблені спроби безпосередньо на садильному апараті збільшувати кількість ложечок. Така ідея частково реалізована на дисковому апараті картоплесаджалки СКС-4, що є підставою для спроби реалізувати таку ідею і на серійній машині СН-4Б. Тому метою подальшої наукової роботи є вдосконалення конструкції дисково-ложкового садильного апарату вичерпуючої дії серійно картоплесаджалки СН-4Б із обґрунтуванням кількості ложечок та загальних конструктивних параметрів машини, що дозволяють працювати агрегату на підвищених швидкостях роботи.

3.2. Конструкторські розрахунки машини СН-4Б

Визначення режимів роботи садильного апарату картоплесаджалки

Для комплексного розрахунку параметрів дисково-ложкового садильного апарату картоплесаджалки вихідними даними є: параметри міжряддя з яким садиться картопля, $b = 0,7$ м; відстань між суміжними картоплями за довжиною рядка, $a_k = 0,3 \dots 0,4$ м; кількість картоплин, що висаджується на гектар площі, N_k , тис шт./га. Для розрахунку норми садіння картоплі потрібно врахувати ширину міжряддя і дистанцію між бульбами в рядку, що має наступне математичне визначення:

$$N_k = \frac{10^4}{b \cdot a_k}.$$

Секундна частота подачі картоплин садильним апаратом картоплесаджалки має прямопропорційний зв'язок із швидкістю садильного агрегату та обернено пропорційний із дистанцією між картоплями в рядку

$$q_k = \frac{v_m}{a_k}.$$

Після вираження кроку посадки a_k через частоту подачі бульб q_k та підстановки отриманого рівняння у вираз для визначення норми садіння, і проведення елементарних алгебраїчних перетворень легко отримати рівність, за якою можна визначити необхідну частоту подачі бульб садильним апаратом саджалки q_k :

$$q_k = v_m \frac{b \cdot N_k}{10^4}.$$

За літературними даними [14...19] доведено, що для садильного апарату картоплесаджалки ложково-дискового типу, картопля відділяється із загальної маси та потрапляє до ложечки у живильному ковші картоплесаджалки. Якщо на садильному апараті машини встановлено z

ложечок, то частота подачі картоплин за умови відсутності пропусків між сусідніми ложечками описується рівністю:

$$q_x = \frac{n_d \cdot z}{60},$$

де n_d – дійсна частота обертів садильного апарату картоплесаджалки, об/хв.;

z – кількість закріплених ложечок на одному диску садильного апарату, шт.

Враховуючи всі наведені вирази та провівши їх перетворення отримаємо рівняння, яке дозволяє виразити загальний крок посадки картоплі через швидкість руху картоплесаджалки, кількість ложечок на садильному апараті та частоті обертання диску

$$a_x = \frac{60 \cdot v_m}{z \cdot n_d}.$$

Цілком логічно, що підвищення частоти обертання садильного диску забезпечує підвищення швидкості руху ложечок в шару картоплі, а отже і погіршує умови захоплення ложечками картоплин, що насамперед спостерігається під час садіння апаратом крупних бульб із розмірами 80...100 гр. Проведені дослідження по рівномірності захоплення картоплі ложечками садильного апарату [15], дозволяють підтвердити, що ложечки захоплюють картоплю в межах агротехнічних вимог (до 3% пропусків) при максимально допустимій частоті садіння на рівні $q_x^{\max} = 4...5$ картоплин за секунду часу.

Збільшення частоти подачі картоплин, а отже і загальної частоти обертання диску садильного апарату картоплесаджалки, буде визначальним фактором, що забезпечує зростання кількості і пропусків картоплин через незахоплення їх ложечками. Отже, гранично допустима робоча швидкість руху садильного агрегату СН-4Б при максимальному кроці посадки картоплі може бути знайдена за виразом:

$$v_m^{\max} = q_x^{\max} \cdot a_{x\max}.$$

Підставивши у останню формулу обґрунтовані вище величини маємо:

$$v_M^{\max} = 5 \cdot 0,4 = 2 \text{ м/с} = 7,2 \text{ км/год.}$$

Тоді для проведення подальших розрахунків варто припустити, що максимальна частота подачі бульб садильним апаратом рівна $q_k^{\max} = 5$ бульб/с. За таких умов потрібно ще й врахувати збільшення дійсно кількості ложечок на диску садильного апарату до 15 шт. Відомо, що в картоплесаджалках СН-4Б привід на вал садильних апаратів здійснюється від ВВП трактора через редуктор, контрпривод та механізм передач, а тому, для зміни норми садіння потрібно збільшувати чи зменшувати частоту обертання валу садильного диску змінюючи передаточне відношення у механізмі приводу. Знайдемо необхідну частоту обертання садильних дисків картоплесаджалки, враховуючи збільшення кількості ложечок на ньому для різних норм садіння картоплі враховуючи заданий крок її садіння, маємо:

$$n_{a_k=0,2} = \frac{60 \cdot 2,0}{0,2 \cdot 15} = 40 \text{ об/хв.};$$

$$n_{a_k=0,25} = \frac{60 \cdot 2,0}{0,25 \cdot 15} = 32 \text{ об/хв.};$$

$$n_{a_k=3} = \frac{60 \cdot 2,0}{0,3 \cdot 15} = 26,7 \text{ об/хв.};$$

$$n_{a_k=3,5} = \frac{60 \cdot 2,0}{6 \cdot 35 \cdot 15} = 22,9 \text{ об/хв.};$$

$$n_{\min}^{(a_k=0,4)} = \frac{60 \cdot v_M}{a_{k_{\min}} \cdot z} = \frac{60 \cdot 2,0}{0,40 \cdot 15} = 20 \text{ об/хв.}$$

Для того, щоб було можна було забезпечити потрібні діапазони швидкостей обертання диску садильного апарату картоплесаджалки варто розрахувати потрібний діапазон передаточних відношень, який має забезпечувати механізм приводу при його роботі від ВВП енергетичного засобу, що в символічному вигляді можна знайти за співвідношенням:

$$i_{\text{заг}} = \frac{n}{n_{\text{ВВП}}},$$

де n – дійсна частота обертання дисково-ложкового вичерпуючого садильного апарату картоплесаджалки, об/хв.;

$n_{\text{ВВП}}$ – дійсна частота обертання валу відбору потужності трактора, з яким працює картоплесаджалка, для трактора Т-70С [12], значення $n_{\text{ВВП}} = 540$ об/хв.

Отже знайдемо розрахункові значення передаточних відношень для різних інтервалів картоплин за довжиною рядка

$$i_{\text{заг.5}} = i_{\text{заг.мах}} = \frac{40}{540} = 0,074;$$

$$i_{\text{заг.4}} = \frac{32}{540} = 0,059;$$

$$i_{\text{заг.3}} = \frac{26,7}{540} = 0,049;$$

$$i_{\text{заг.2}} = \frac{22,9}{540} = 0,042;$$

$$i_{\text{заг.мін}} = i_{\text{заг.1}} = \frac{n_{\text{мін}}}{n_{\text{ВВП}}} = \frac{20}{540} = 0,037.$$

Рухаючись в загальній масі картоплин, які знаходяться у живильному ковші, кожна ложечка має відібрати окрему картоплину та винести її із загальної маси картоплі, після чого притиснути її і утримувати протягом всього часу транспортування до місця скидання підпружиненим затискачем. Ложечка встановлюється під час руху в живильному ковші під деяким кутом α (рис. 5) до боковини ковша. Саме така орієнтація ложечки по відношенні до положення картоплі повинна забезпечити надійне підведення картоплин до самої ложечки, але поряд із тим ця ж орієнтація ложечки створює певні умови за яких при певному співвідношенні параметрів буде спостерігатися заклинювання посадкової бульби між ложечкою і корпусом живильного ковша.

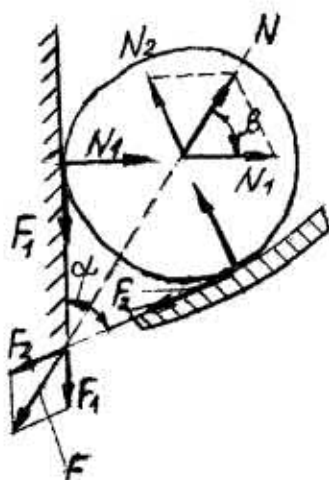


Рис. 5. Схема силової взаємодії ложечки із картоплиною та поверхнею живильного ковша

Зрозумілим є те, що якщо кут α (рис. 5) буде достатньо малим, а коефіцієнт тертя картоплини по поверхням контакту буде великим садильна бульба буде затискатися між ложечкою і боковиною живильного ковша, а це затискання супроводжуватиметься здиранням і пошкодженням шкірки картоплини та навіть розриванням м'якоті. Кожен із перелічених пошкоджень посадкової бульби погіршує показники схожості, загострює ймовірність захворювань садильних бульб, та, як наслідок – приводить до зниження загальної врожайності.

Для того, щоб відповідних пошкоджень не відбувалося або ж мінімалізувати їх, потрібно знайти раціональне значення кута α , що визначає нахил поверхні дна ложечки в той момент, коли картоплина нею захоплюється в живильному ковші. Варто зазначити, що на картоплину, яка опинилася між поверхнями ложечки і боковиною ковша мають вплив реакції N_1 та N_2 відповідно (рис. 5). За умови, що і ложечка і живильний ковш виготовляються із однакового матеріалу, слід прийняти припущення, що й кути тертя посадкової бульби по обом поверхням контакту будуть теж однаковими. Враховуючи ці припущення, сили тертя між картоплею і площинами ложечки і ковша можна визначити за залежностями:

$$F_1 = N_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha;$$

$$F_2 = N_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha.$$

Виходячи із трикутника сил (рис. 5), їх рівнодіюча N буде намагатися виштовхнути картоплю із ложечки, в той час, як рівнодіюча сил тертя F діє в протилежному напрямку і намагається притиснути картоплину до опуклої поверхні ложечки. На основі перелічених міркувань, можна записати умову, яка виключає заклинювання картоплі між боковиною ковша та поверхнею ложечки у момент захоплення посадкового матеріалу, і ця умова має вигляд:

$$N \geq F.$$

Слід мати на увазі, що у векторному вигляді справедливе рівняння $\overline{N} = \overline{N}_1 + \overline{N}_2$, а спроектувавши ці вектори на напрям вектору реакції $\overline{N}_1$ отримаємо систему рівнянь

$$\begin{cases} N \cdot \cos \beta = N_1 - N_2 \cdot \cos \alpha; \\ N \cdot \sin \beta = N_2 \cdot \sin \alpha, \end{cases}$$

Після перетворень останньої системи і пошуку із наведених залежностей рівнодіючої сили маємо:

$$\begin{cases} N = \frac{1}{\cos \beta} (N_1 - N_2 \cdot \cos \alpha); \\ N = N_2 \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}. \end{cases}$$

Можна провести подібні алгебраїчні перетворення із векторами рівнодіючих сил тертя, що матиме наступний вигляд:

$$\overline{F} = \overline{F}_1 + \overline{F}_2.$$

Подібним чином, як для реакцій, проектуємо вектори сил тертя на напрям вектору $\overline{F}_1$ та отримаємо систему рівнянь у вигляді

$$\begin{cases} F \sin \beta = F_1 + F_2 \cdot \cos \alpha; \\ F \cos \beta = F_2 \cdot \sin \alpha. \end{cases}$$

Підставивши у вирази, що знайшли рівнодіючу реакцію N та силу тертя F і з врахуванням умови, що виключає заклинювання картоплі при захопленні її ложечкою отримаємо

$$\begin{cases} N_1 = N_2 \cdot \cos \alpha \geq F_2 \cdot \sin \alpha; \\ N_2 \sin \alpha > F_1 + F_2 \cdot \cos \alpha. \end{cases}$$

Далі потрібно сумісно провести вирішення останніх рівнянь, враховуючи те, що $F_1 = N_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha$, а в свою чергу $F_2 = N_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha$. Після підстановки і певних перетворень маємо:

$$N_2(\sin \alpha \cdot \operatorname{tg} \alpha + \cos \alpha) \leq N_1 \leq N_2 \cdot \frac{\sin \alpha \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \alpha}{\operatorname{tg} \alpha},$$

При однакових значеннях аргументу можемо перейти до відповідних функцій, а отже нерівність набуває вигляду:

$$\frac{\sin \alpha - \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \alpha}{\operatorname{tg} \alpha} \geq \sin \alpha \cdot \operatorname{tg} \alpha + \cos \alpha.$$

Прості тригонометричні перетворення дозволяють спростити останню нерівність до наступного вигляду:

$$\operatorname{tg}(\alpha - \varphi) \geq \operatorname{tg} \varphi \quad \text{або} \quad \alpha > 2\varphi.$$

В серійних типових ложково-дискових садильних апаратах значення кута $\alpha = 55 \dots 77^\circ$ [15...19], крім того усереднене значення кута тертя картоплин по поверхні, що виготовлена із сталі дорівнює $\varphi = 24^\circ$ [15, 18]. Якщо підставити значення наведених кутів в отриману вище умову, взявши найбільш несприятливе мінімальне значення кута α маємо:

$$50^\circ > 48^\circ, \text{ а це значить, що умова, яка не допускає защемлення посадкової картоплі виконується.}$$

Отже, в ході розрахунків доведено, що кут нахилу ложечки дискового садильного апарату картоплесаджалки в діапазоні значень $\alpha = 55 \dots 77^\circ$ до живильного ковша та взаємне положення картоплини ковша і ложечки дозволяє створити сприятливі умови для захоплення картоплини ложечкою без її заклинюваннями між поверхнями, і відповідно пошкодженнями.

Визначення параметрів бункера для картоплі

Розрахунок бункера картоплесаджалки проведемо за існуючою методикою [15], для чого скористаємося формулою, яка встановлює зв'язок ємкості бункера із іншими величинами, що має вигляд:

$$G_6 = \frac{L_z \cdot B \cdot Q}{10^4},$$

де L_z – довжина гонів поля, чи окремих ділянок, на яких вирощується картопля, для розрахунків приймемо, що $L_z = 200$ м;

B – ширина захвату картоплесаджалки, яка визначається із кількості рядків, що висаджуються та міжрядь, що їх забезпечує агрегат, для картоплесаджалки СН-4Б, ширина захвату $B = 2,8$ м;

Q – норма посадки картоплі, що має враховувати розміри посадкової фракції картоплі, кг/га.

Визначимо дійсну кількість картоплин, що садиться картоплесаджалкою на гектар площі, що можна розрахувати за раніше наведеним рівнянням:

$$N = \frac{10^4}{b \cdot a_{\kappa}},$$

де b – ширина міжрядь, з яким працює картоплесаджалка, для СН-4Б – $b = 0,7$ м;

a_{κ} – інтервал між сусідніми картоплинами у одному рядку, м. Для вірності розрахунків варто приймати найгірший випадок, тобто мінімальну відстань, яка дорівнює $a_{\kappa} = 0,2$ м., тому, що за таких умов витрати картоплі будуть максимальними.

$$N = \frac{10^4}{0,7 \cdot 0,2} = 71430 \text{ шт./га.}$$

Задавшись середньою масою однієї посадкової картоплини, що в нашому випадку дорівнює $m = 0,080$ кг, потрібно розрахувати норму посадки картоплі, яка шукається за залежністю:

$$Q = N \cdot m = 71430 \cdot 0,080 = 5714 \text{ кг/га.}$$

Отже, розрахункова місткість бункера картоплесаджалки СН-4Б становить:

$$G_{\text{б}} = \frac{200 \cdot 2,8 \cdot 5714}{10^4} = 319 \text{ кг.}$$

Конструктивно у серійній картоплесаджалці СН-4Б встановлюється два бункера картоплі, із місткістю кожного по 180 кг картоплі, а значить сумарна місткість бункерів для зберігання посадкової бульби дорівнює $180 \times 2 = 360$ кг. Це значить, що місткості бункерів серійного садильного агрегату достатньо із невеликим запасом для проведення технологічної операції посадки картоплі, а тому змін в конструкцію бункера вносити не потрібно.

Розрахунок механізму приводу садильних апаратів

Вихідними даними для розрахунку механізму приводу картоплесаджалки є її кінематична схема, частота обертання ВВП трактора, величини передаточних відношень у механізмі приводу. Основними робочими органами, які здійснюють процес посадки картоплі є ложково-дискові садильні апарати вичерпуючої дії та туковисівні апарати, в свою чергу додаткові робочі органи, такі як шнеки, струшувачі, ворушилки – всього лише сприяють безперервному підведенні картоплин до дозуючої системи, а тому їх параметри не значно впливають на сам процес посадки, що дозволяє кінематичні параметри цих елементів прийняти виходячи із рекомендацій, що отримані виробниками подібних машин [15...19].

Таким чином, з достатньою роботоздатністю цих механізмів приймаємо:

- кутова швидкість шнеків, які підводять картоплини до ложечок знаходиться в діапазоні значень $\omega_{ш} = 19...38$ об/хв.;
- в бункері картоплесаджалки кутова швидкість ворушилок для уникнення склепоутворення повинна бути в межах $\omega_{в} = 20...38$ об/хв.;
- для створення умов щодо неперервної подачі картоплин до дозуючого пристрою, амплітуда коливань струшувачів повинна дорівнювати $A_{стр} = 35$ мм;
- частота коливань струшувачів, яка дозволяє уникати утворенню склепін знаходиться на рівні $n_c = 40...70$ кол/хв.

На основі вище проведених розрахунків очевидно, що для повноцінної роботи картоплесаджалки, яка була б здатна забезпечити садіння картоплі із заданими інтервалами між сусідніми бульбами по довжині рядка, що знаходяться в межах від 20 см до 40 см, із кроком цих інтервалів у 5 см слід забезпечити передаточні відношення механізмів приводу, які для кожного із вибраних інтервалів між картоплинами дорівнюють відповідно 0,074, 0,059, 0,049, 0,042 та 0,037. Розрахункова схема механізму приводу картоплесаджалки СН-4Б представлена на рис. 6.

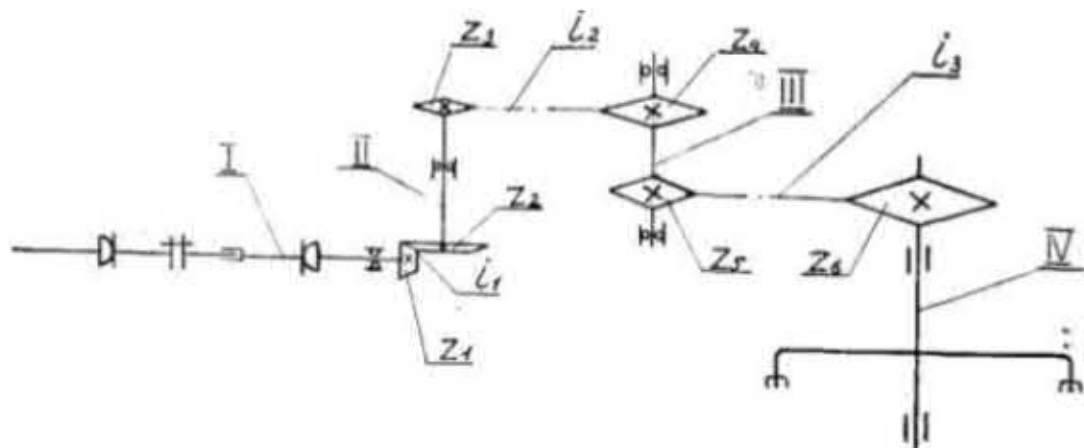


Рис. 6. Кінематична схема механізму передач садильних апаратів картоплесаджалки СН-4Б

Сумарне передаточне відношення механізму передач садильних апаратів картоплесаджалки визначається відомою залежністю:

$$i_{\text{заг}} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3,$$

де i_1 – передаточне відношення редуктора механізму приводу картоплесаджалки;

i_2 – передаточне відношення першої ланки ланцюгової передачі;

i_3 – передаточне відношення другої ланки ланцюгової передачі.

Подальші розрахунки проведемо для забезпечення роботи механізму приводу, що мало б забезпечити мінімально задані норма посадки картоплі. За таких мінімальних норм садіння картоплі, задане передаточне відношення механізму приводу, за розрахунками, що проведені вище має бути на рівні $i_{\text{заг min}} = 0,037$.

Як і для серійної машини, передаточне відношення редуктора та параметри його привідної ланки є відомим і дорівнюють $i_1 = 0,35$ та $z_1 = 14$. Враховуючи це можемо знайти z_2

$$z_2 = \frac{z_1}{i_1} = \frac{14}{0,35} = 40.$$

Розрахуємо реальну частоту обертання II валу механізму приводу, враховуючи параметри першої ланки механізму передач (рис. 6)

$$n_2 = n_1 \cdot i_1,$$

де n_1 – номінальна частота обертання ВВП трактора при роботі агрегату, для трактора Т-70С, ця частота дорівнює $n_1 = 540$ об/хв. [8];

i_1 – розраховане передаточне відношення редуктора.

Маємо

$$n_2 = 540 \cdot 0,35 = 189 \text{ об/хв.}$$

Аналогічно, знаючи дійсні передаточні відношення і кількість зубів у серійній машині СН-4Б приймаємо $i_2 = 0,4$ та $z_3 = 16$, що дозволяє знайти розрахункову кількість зубів на зірочці z_4 за формулою

$$z_4 = \frac{z_3}{i_2} = \frac{16}{0,4} = 40.$$

Частота обертання III валу механізму привода картоплесаджалки розраховується з врахуванням передаточного відношення та частоти обертання II валу, що описується залежністю

$$n_3 = n_2 \cdot i_2 = 189 \cdot 0,4 = 75,6 \text{ об/хв.}$$

Передаточне відношення другої ланки ланцюгової передачі i_3 потрібно шукати враховуючи загальне передаточне відношення та передаточні відношення попередньо знайдених передач, що в символічному вигляді дорівнює

$$i_3 = \frac{i_{\text{заг. min}}}{i_1 \cdot i_2} = \frac{0,037}{0,35 \cdot 0,4} = 0,264.$$

Прийmemo, що параметри зірочки наступні $z_5 = 10$, тоді для знаходження кількості зубів на зірочці z_6 , враховуючи задане передаточне відношення між ними буде дорівнювати

$$z_6 = \frac{z_5}{i_3} = \frac{10}{0,264} = 37,8.$$

Для створення умов уніфікації картоплесаджалок у приводі садильних апаратів варто використовувати зірочку, що встановлюється на серійній машині, яка має $z_6 = 36$ зубців.

Уточнимо зміну передаточного відношення із врахуванням дійсної кількості зубців на зірочці z_6

$$i_3 = \frac{z_5}{z_6} = \frac{10}{36} = 0,278.$$

А отже, значення частоти обертання IV валу механізму привоу теж змінюється і буде дорівнювати

$$n_4 = n_3 \cdot i_3 = 75,6 \cdot 0,278 = 21,0 \text{ об/хв.}$$

Знайдемо реальне відхилення частоти обертання садильного апарату картоплесаджалки від заданих параметрів

$$\Delta = \frac{(20 - 21)}{20} \cdot 100\% = 5\%,$$

це підтверджує, що дійсне відхилення знаходиться в межах 5%, а це не перевищує встановлені нормативи, а отже – розрахунки механізму приводу і припущення, які при цьому мали місце прийнято вірно.

За аналогією із наведеними вище розрахунками можна порахувати кінематичні параметри механізму приводу садильних апаратів для інших норм посадки картоплі, що задається інтервалами між картоплинами за довжиною рядка. Результати проведених розрахунків і дійсні значення механізмів приводу представлені у вигляді таблиці 2.

Таблиця 2

Розраховані параметри механізму приводу картоплесаджалки СН-4Б

Відстань між картоплинами за довжиною рядка, см	Сумарне передаточне відношення в механізмі приводу <u>потрібне</u> фактичне	Передаточне відношення окремих ланок та рекомендована кількість зубів приводних зірочок			Частота обертання ложково-дискового садильного апарату		Відхилення дійсної частоти обертання від заданої, %
		i_1 (z_1 / z_2)	i_2 (z_3 / z_4)	i_3 (z_5 / z_6)	потрібна	фактична	
20	$\frac{0,074}{0,071}$	$\frac{0,35}{(14 / 40)}$	$\frac{0,73}{16 / 22}$	$\frac{0,28}{10 / 36}$	40	38,2	4,5
25	$\frac{0,059}{0,058}$	$\frac{0,35}{(14 / 40)}$	$\frac{0,55}{24 / 40}$	$\frac{0,28}{10 / 36}$	31,9	31,3	1,9
30	$\frac{0,049}{0,048}$	$\frac{0,35}{(14 / 40)}$	$\frac{0,50}{20 / 40}$	$\frac{0,28}{10 / 36}$	26,7	26,2	2,0
35	$\frac{0,042}{0,044}$	$\frac{0,35}{(14 / 40)}$	$\frac{0,45}{18 / 40}$	$\frac{0,28}{10 / 36}$	22,9	23,6	3,1
40	$\frac{0,037}{0,039}$	$\frac{0,35}{(14 / 40)}$	$\frac{0,4}{16 / 40}$	$\frac{0,28}{10 / 36}$	20	21	5,0

Таким чином проведені розрахунки механізму приводу садильних апаратів картоплесаджалки, які забезпечують задані норми садіння картоплі. А загалом, в результаті проведення відповідних розрахунків та обґрунтувань визначені деякі конструктивні параметри вдосконаленої машини СН-4Б, що дозволяють забезпечити роботоздатність цього агрегату на підвищених швидкостях роботи. Таку змогу дало збільшення кількості ложечок на

ложково-дисковому садильному апараті, а фактичне їх збільшення із 12 до 15 шт на садильний диск дозволило забезпечити зростання швидкості із 5 км/год до 7,2 км/год, забезпечуючи при цьому пропусків не більше, ніж регламентовано агротехнічними вимогами.

3.3. Результати досліджень підвищення швидкості роботи картоплесаджалки СН-4Б

Для обґрунтування доцільної кількості ложечок на садильному диску ложково-дискового апарату картоплесаджалки проведені відповідні польові дослідження на серійній машині СН-4Б. В ході проведення досліджень, за стандартною методикою проводили оцінку впливу кількості ложечок на садильному диску та інтервалу посадки картоплі між рослинами за довжиною рядка на кількість пропусків під час проведення операції садіння бульб C , %. Варто зазначити, що протягом досліджень швидкість руху картоплесаджалки була забезпечена на рівні $V_p = 7,2$ км/год, що було обґрунтовано вище під час проведення конструкторських розрахунків, крім того, картоплесаджалка проводила посадку середньої, найбільш сприятливої для таких операцій, фракції картоплі, яка знаходиться в діапазоні значень 50...80 гр.

Оцінювали якість розподілу картоплі за довжиною рядка шляхом стандартної методики, коли підіймали сошникову групу картоплесаджалки та проводили дозування картоплі без її заробки в ґрунт. Проводили заміри інтервалів розподілу картоплі за довжиною рядка, порівнювали їх із номінально встановленими і розраховували відсоток пропусків. Такі дослідження проводили для 9, 12, 15, 18 та 21 ложечки, що одночасно працювали на садильному диску.

Результати проведених досліджень впливу кількості ложечок на інтервал розподілу та відсоток пропусків зводили в таблицю (рис. 7). Загальний вигляд результатів досліджень представлено у пакеті прикладних програм STATISTICA 10.

	1	2	3
	п, шт	а, см	С, %
1	9	20	7,7
2	9	25	7,1
3	9	30	7,0
4	9	35	6,9
5	9	40	6,5
6	12	20	7,2
7	12	25	6,5
8	12	30	6,4
9	12	35	4,9
10	12	40	3,8
11	15	20	3,1
12	15	25	2,9
13	15	30	2,7
14	15	35	2,0
15	15	40	1,5
16	18	20	3,0
17	18	25	3,2
18	18	30	2,8
19	18	35	2,4
20	18	40	2,0
21	21	20	3,2
22	21	25	4,1
23	21	30	4,4
24	21	35	4,5
25	21	40	4,8

Рис. 7. Результати експериментальних досліджень дослідження впливу кількості ложечок на садильному диску та інтервалу розподілу картоплин на пропуски бульб при посадці

Результати отриманих досліджень розраховували в цій-же програмі STATISTICA 10, для чого застосували стандартну методику планування і обробки експериментальних даних [20], що дозволило отримати поверхню відгуку (рис. 8) впливу обох факторів, а саме – кількості ложечок та інтервалу між картоплинами в рядку на критерій оптимізації, яким виступав відсоток пропусків. Працюючи в даному пакеті програми, крім поверхні відгуку отримали і рівнянні регресії, що показує вплив кожного із факторів, їх квадратичного впливу та попарної дії на кількість пропусків за довжиною рядка. Рівняння регресії має вигляд:

$$Y(C) = 28,2971 - 2,833 \cdot x_1 - 0,0486 \cdot x_2 + 0,0727 \cdot x_1^2 - 0,0031 \cdot x_2^2 + 0,012 \cdot x_1 \cdot x_2$$

Подальшу обробку результатів експерименту проводили за стандартною методикою в пакеті STATISTICA 10. Графічне відображення отриманого результату наведено на рис. 6.

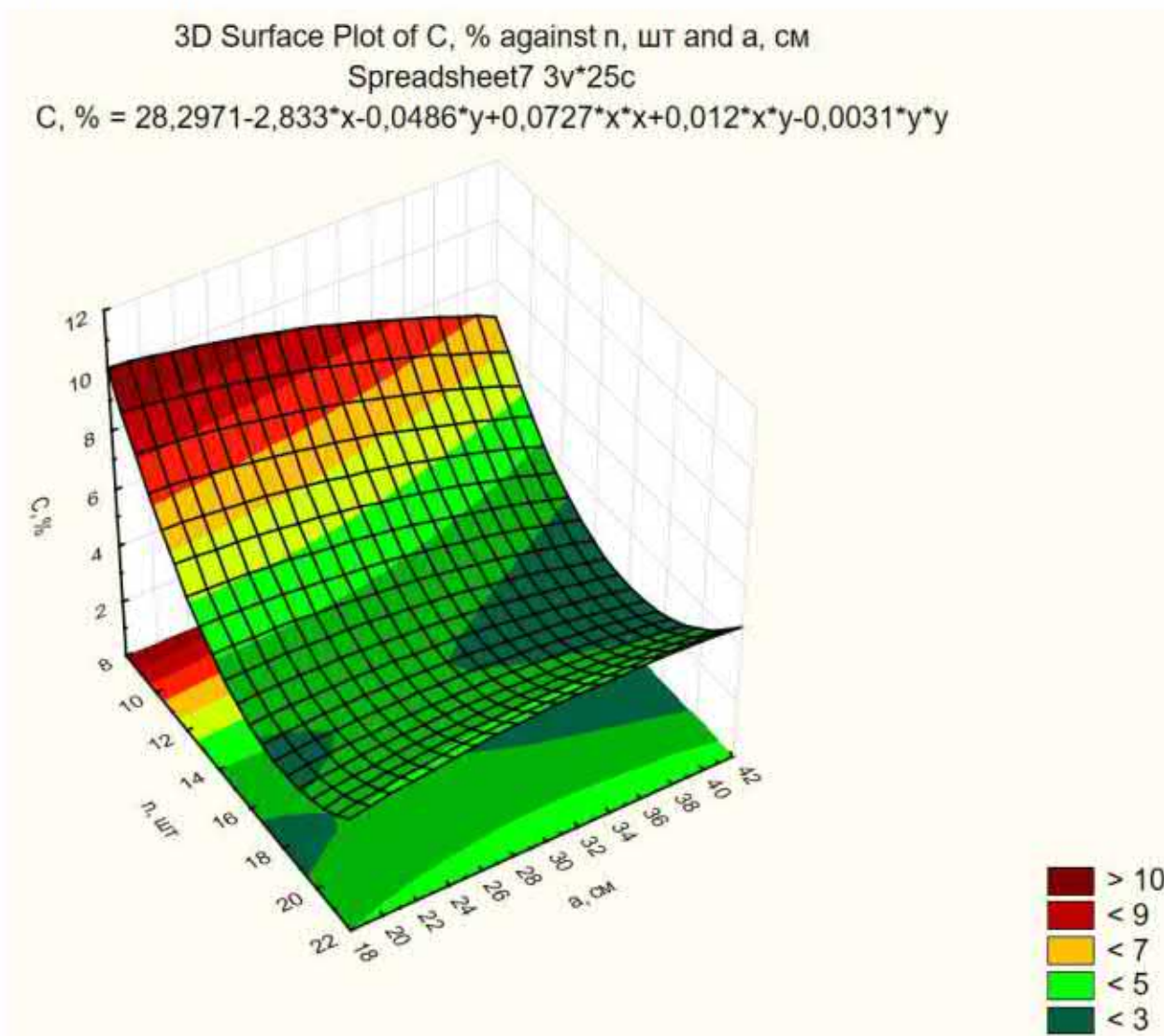


Рис. 8. Поверхня відгуку, яка показує вплив кількості ложечок n , шт. та кроку посадки картоплі a , см на кількість пропусків за довжиною рядка, C , %

За існуючою методикою у автоматичному режимі перевірили у програмі STATISTICA 10 отриману статистичну математичну модель на відтворюваність та адекватність. Окремо перевірили і значимість кожного із коефіцієнтів рівняння регресії на критерій оптимізації.

Провівши аналіз отриманого рівняння регресії та поверхні відгуку можна стверджувати, що картоплесаджалка СН-4Б, яка буде працювати із

робочою швидкістю на рівні 7,2 км/год із кількістю ложечок на диску 8...14 шт., незалежно від заданого інтервалу посадки картоплі буде забезпечувати 4,5...10% пропусків бульб, що перевищує встановлені агротехнічні вимоги щодо цього нормативу. Отже, цілком логічним висновком даних досліджень, є те, що серійна машина СН-4Б із 12 ложечками на диску не в змозі працювати зі швидкістю руху картоплесаджалки 7,2 км/год. В той же час збільшення кількості ложечок до 15...21 шт. забезпечує зменшення пропусків, хоча дана тенденція спостерігається до якогось певного періоду, поки ложечки не починають взаємно заважати одна одній. Ще одним негативним моментом занадто великої кількості ложечок на диску садильного апарату є надто ускладнене регулювання та монтаж як самих ложечок так і притискних механізмів. Отже, на основі наведених результатів експериментальних досліджень, можна підтвердити, що мінімально достатньою кількістю ложечок, які здатні забезпечити до 3% пропусків бульб при роботі картоплесаджалки СН-4Б на швидкості 7,2 км/год – 15 ложечок. Це свідчить, що в ході проведених експериментів цілком підтверджені результати конструкторських розрахунків і на кожному садильному апараті картоплесаджалки СН-4Б потрібно встановлювати по 15 ложечок.

4. Охорона праці

Картоплесаджалка СН-4Б, яка вдосконалювалася в ході проведених робіт повинна відповідати вимогам охорони праці та техніки безпеки [22, 23]. Варто зазначити, що насамперед при роботі із вдосконаленою картоплесаджалкою робота із машиною на етапі виконання основної технологічної операції, під час комплектування і налаштування агрегату, на етапі переведення робочих органів і систем із робочого в транспортне положення і навпаки має бути безпечним і не загрожувати життю і здоров'ю працюючих та оточуючих людей. На етапі проектування та використання картоплесаджалки повинні бути вжиті комплексні заходи для боротьби із шумом, пилом, вібраціями, попереджені умови щодо виникнення нещасних і

					ІТВК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

небезпечних випадків тощо, причому, дані заходи мають виконуватися і на етапах транспортування, обслуговування, зберігання картоплесадильного агрегату та інших робіт із ним.

У якості найбільш загрозливих шкідливих і небезпечних виробничих факторів фізичної дії, які мають місце при роботі картоплесаджалки виділяються наступні:

- елементи конструкцій і приводу машини, що рухаються і обертаються;
- посадкова картопля, яка протруюється перед садінням, засоби захисту рослин, мінеральні добрива, гербіциди та інші хімікати, що використовуються в процесі садіння картоплі;
- підвищений рівень запиленості та загазованості повітряної зони, можливі випари засобів агрохімії в зоні роботи із машиною;
- високий або ж підвищений рівень вібрацій і шумів, що супроводжують робочий процес;
- відхилення від нормативних показників мікроклімату під час роботи з машиною, підвищена швидкість руху повітря, недостатня чи надлишкова освітленість тощо;
- несприятливі метеорологічні умови роботи, як то опади, туман, підвищена чи знижена вологість тощо.

Умовою безпечної роботи із картоплесаджалкою є технічна справність садильного агрегату, наявність і вірність встановлення усіх захисних кожухів і огорожень, легкість обертання механізмів, достатня змащуваність всіх вузлів і елементів конструкцій, що цього потребують, справність поручнів, підніжок сидіння, легкість роботи і доступність органів управління тощо. Важливим показником, що визначає рівень безпеки роботи із машиною є її обладнання спеціальним інструментом і обладнання, що дозволяє повністю та безпечно реалізувати роботи по обслуговуванню машини, наприклад – спеціальні чистики для очищення сошників, обладнання для встановлення ложечок та ін.

Важливими умовами, що дозволяють підвищити безпеку роботи із картоплесаджалкою є те, що заправка машини як картоплею, так і добривами має відбуватися тільки після повної зупинки агрегату, причому початок і закінчення технологічного обслуговування машини повинні сповіщатися спеціальним світловим та звуковим сигналом. На етапі підготовки технологічних матеріалів, таких як посадкова картопля, добрива варто виключити наявність у них інших включень, сторонніх предметів, які можуть пошкодити елементи конструкції машини.

Не допускається рух картоплесаджалки до місця проведення робіт і в зворотному напрямку із заповненими бункерами.

Перед тим, як картоплесаджалка починає робочий хід теж варто повідомляти подачею звукового сигналу, пересвідчитися, що відсутні перешкоди, сторонні предмети та люди в зоні виконання робіт і лише після цього розпочати посадочні роботи. Рухаючись в полі картоплесаджалка повинна рухатися прямолінійно із відносно стабільною робочою швидкістю руху. При експлуатації машини, не допускається рух заднім ходом, різкі зміни напрямку руху, розвороти, що можуть вивести із ладу робочі органи картоплесаджалки.

5. Економічна частина

На етапі вдосконалення технології вирощування картоплі в господарських умовах запропоновано операції посадки картоплі проводити картоплесаджалкою вдосконаленої конструкції СН-4Б в агрегаті із трактором Т-70С. Варто зазначити, що змінивши кількість ложечок в картоплесаджалці на кожному із садильних дисків до 15 штук дозволило збільшити загальну швидкість операції садіння картоплі до 7,2 км/год.

Запропоновані зміни як в конструкцію машини так і в технологію проведення посадки картоплі дозволяють підвищити швидкість виконання робіт із збереженими показниками якості процесу, що дозволяє підвищити загальні економічні показники роботи агрегату (табл. 3).

					ІТВК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Таблиця 3

Економічні показники технологій вирощування картоплі, які порівнюються

Показник	Базова технологія	Проектна технологія
Площа (картопля), га	100	100
Врожайність, ц/га	200	220
Енергетичний засіб (трактор)	МТЗ-80	Т-70С
Витрати палива, кг/га	15,94	9,94
Валовий збір, ц	12000	12000
Продуктивність, га/год	6,72	10,52
Маса, кг не більше	865	850
Ціна машини	65000	

Проведення оцінки економічної ефективності запропонованих у технологію вирощування картоплі змін та загального вдосконалення конструкції картоплесаджалки проведено за стандартною методикою, а розраховані загальні показники економічної ефективності наведено в таблиці 4.

Таблиця 4

Розраховані техніко-економічні показники ефективності вдосконаленої технології вирощування картоплі в господарських умовах

Показник	Технології		Відхилення	
	Базова	Проектна	+;-	%
1	2	3	4	5
1. Площа поля, на якому вирощується картопля, га.	100	100	-	-
2. Врожайність картоплі, ц/га.	200	220	+20	+10
3. Валовий збір картоплі, ц.	20000	22000	+2000	+10

Подовження таблиці 4

1	2	3	4	5
4. Капітальні вкладення, грн./га.	650	603,18	-46,82	-7,2
5. Продуктивність, га/год.	6,72	10,52	+3,8	+56,5
6. Собівартість посіву всього, грн.	104903,32	44585,52	-60317,8	-57,5
7. Собівартість посіву грн./га	1049,03	445,85	-603,18	-57,5
8. Річна економія	60317,8		-	

Таким чином, наведені дані по оцінці економічної ефективності запропонованих розробок в роботі дозволяє стверджувати, що проведення операцій посадки картоплі вдосконаленою картоплесаджалкою СН-4Б та впровадження оновленої технології у виробництво дозволяє отримати економічний ефект на рівні 60176,90 грн., що підтверджує економічну ефективність запропонованих вдосконалень.

6. Висновок

В ході виконання кваліфікаційної роботи проаналізовано існуючу технологію вирощування картоплі в господарських умовах, вивчено біологічні та морфологічні ознаки картоплі, визначені переваги та недоліки існуючої технології вирощування. На етапі вдосконалення технології запропоновані заходи по інтенсифікації процесу та запропоновано вдосконалити технологічний процес садіння картоплі, для чого запропоновано використання агрегату у складі трактора Т-70С і вдосконаленої картоплесаджалки СН-4Б.

Виконуючи роботу, проведені необхідні технологічні розрахунки по раціональній організації роботи вдосконаленого картоплесадильного агрегату, обґрунтовані кінематичні режими роботи машини, розроблені заходи по підготовці поля, самого агрегату, обрано раціональну швидкість руху та проведено інші роботи, які дозволили побудувати вдосконалену операційно-технологічну карту проведення посадки картоплі.

В науковій частині комплексно прораховані основні робочі параметри вдосконаленої машини та доведена доцільність працювати картоплесаджалкою із збільшеною кількістю ложечок на одному садильному диску до 15 шт. За стандартною методикою проведені експериментальні дослідження, що дозволили отримати рівняння регресії впливу кількості ложечок на рівномірність посадки картоплі та підтверджено, що для робочої швидкості 7,2 км/год повністю достатньо 15 ложечок для якісної посадки бульб. Саме ці зміни до конструкції картоплесаджалки СН-4Б дали змогу працювати машині на підвищених швидкостях, що дозволило до 30% підвищити загальну продуктивність садильного агрегату.

Розроблені системні заходи з охорони праці та техніки безпеки для безпечної організації роботи вдосконаленого агрегату та реалізації в полі оновленої технології. Відповідні зміни і в технологію і в конструкцію картоплесаджалки підтверджені позитивним річним економічним ефектом.

Список використаної літератури

1. Технологія виробництва продукції рослинництва: навч. посіб. Ч.2 / Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й., Іванцов П.Д. – К. : Аграрна освіта, 2010. – 405 с.
2. Алімов Д.М. Технологія виробництва продукції рослинництва / Д.М. Алімов, Ю.В. Шелестов. – К.: Вища школа, 1995. – 271 с.
3. Єщенко В.О. Загальне землеробство / Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П. та ін. – К.: Вища школа, 2004. – 335 с.
4. Кравченко М.С. Землеробство / Кравченко М.С., Злобін Ю.А., Царенко О.М. – К.: Либідь, 2002. – 496 с.
5. Олефіренко В.І. Захист рослин / В.І. Олефіренко, М.В. Скалій. – К.: 2007. – 301 с.
6. Кравченко М.С. Практикум із землеробства / Кравченко М.С., Царенко О.М., Міщенко Ю.Г. та ін. – К.: Мета, 2003. – 318 с.
7. Механізація технологічних процесів в землеробстві: Навчально-методичний комплекс: навч. посіб. / С.М. Грушецький, І.М. Бендера, Т.Д. Іщенко та ін.. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2011. – 352 с.
8. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: Підруч. у 2 т: Т. 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. – К. Агроосвіта, 2012. – 434 с.
9. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
10. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укладачі: В.М. Сало, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, Д.І. Петренко, П.Г. Лузан – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 170 с.

11. Эксплуатация сельскохозяйственной техники: Учебник для учащихся специальности «Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства» / Ю.В. Будько [и др.]; под ред. Ю.В. Будько. – Минск: Беларусь, 2006. – 510 с.
12. Лімонт А.С., Мельник І.І., Малиновський А.С. і ін. Практикум із машиновикористання в рослинництві: Навчальний посібник /. За ред. І.І. Мельника. – Київ: Кондор. – 2004. – 284 с.
13. Машиновикористання у рослинництві. Технологічний регламент використання машин у рослинництві: Навчальний посібник. / Гарькавий А.Д., Калетнік Г.М., Мельник І.І. та ін. – ВДАУ, НУБП, ЛДАУ, 2009. – 160 с.
14. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В.І. Пастухова – Харків: Веста, 2001. – 347 с.
15. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 1. Машини для рільництва / за ред. Черновола М.І. – К. Урожай, 2001. – 384 с.
16. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
17. Нунгезер В.В., Лачуга Ю.Ф., Федоренко В.Ф. и др. Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства. Часть I. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 372 с.
18. Гречкосій В.Д., Погорілець О.М., Ревенко І.І. та ін. Довідник сільського інженера / За ред. В.Д. Гречкосія. – 2-е вид., перероб. і доповнене. – К.: Урожай, 1991. – 400 с.
19. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини// За ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.

20. Деталі машин: курс лекцій / Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш, О.П. Цьонь. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. – 160 с.
21. Іванчук А. В. Деталі машин: Навч. посібник / А.В. Іванчук. – Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2010. – 336 с.
22. Охорона праці при вирощуванні сільськогосподарських культур: Навчальний посібник / М.М.Сакун, В.Ф. Нагорнюк; Одеський державний аграрний університет/. Кафедра безпеки життєдіяльності. – Одеса: «Видавництво», 2009. – 184 с.
23. Основи охорони праці. Курс лекцій: Навчальний посібник для студентів вищих педагогічних навчальних закладів всіх спеціальностей за освітньо-кваліфікаційним рівнем "бакалавр" / А.І. Ткачук, С.М. Богомаз-Назарова. – Перевидання, доповнене та перероблене. – Кропивницький: ПП "Центр оперативної поліграфії "Авангард", 2017. – 156 с.
24. Колобова А.П. Организация производства на предприятиях АПК: Учебное пособие / А.П. Колобова. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. – 397 с.
25. Проектування технологій та розрахунків витрат на вирощування сільськогосподарських культур: Навч. посібник / За ред. Г.Є.Мазнева. – Харків: «Майдан», 2009. – 257 с.

Центральноукраїнський національний технічний університет

Презентація графічної частини магістерської
кваліфікаційної роботи на тему:

Інтенсивна технологія вирощування картоплі з дослідженням та вдосконаленням картоплесаджалки

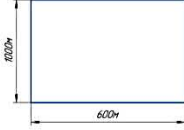
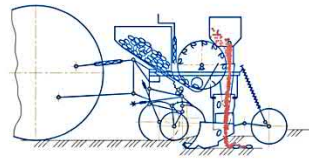
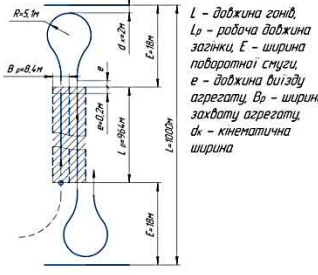
Виконав: ст. гр. АІ-20М(1,4)-2 Липа Андрій Сергійович

Керівник роботи: доц. Лещенко С.М.

Кропивницький, 2021 р.

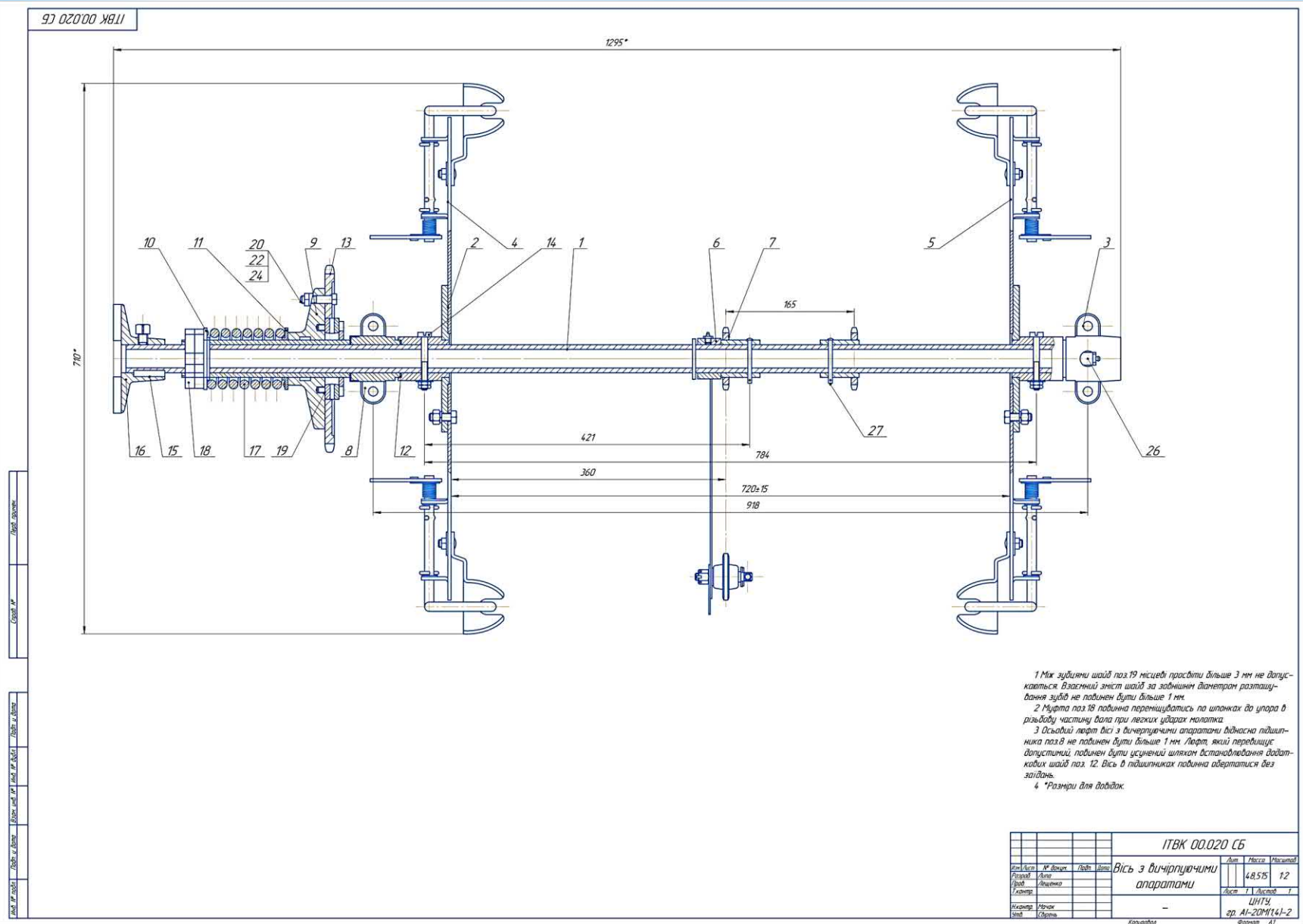
Операційно-технологічна карта на садіння картоплі

ВТБК 00.001 ТЧ

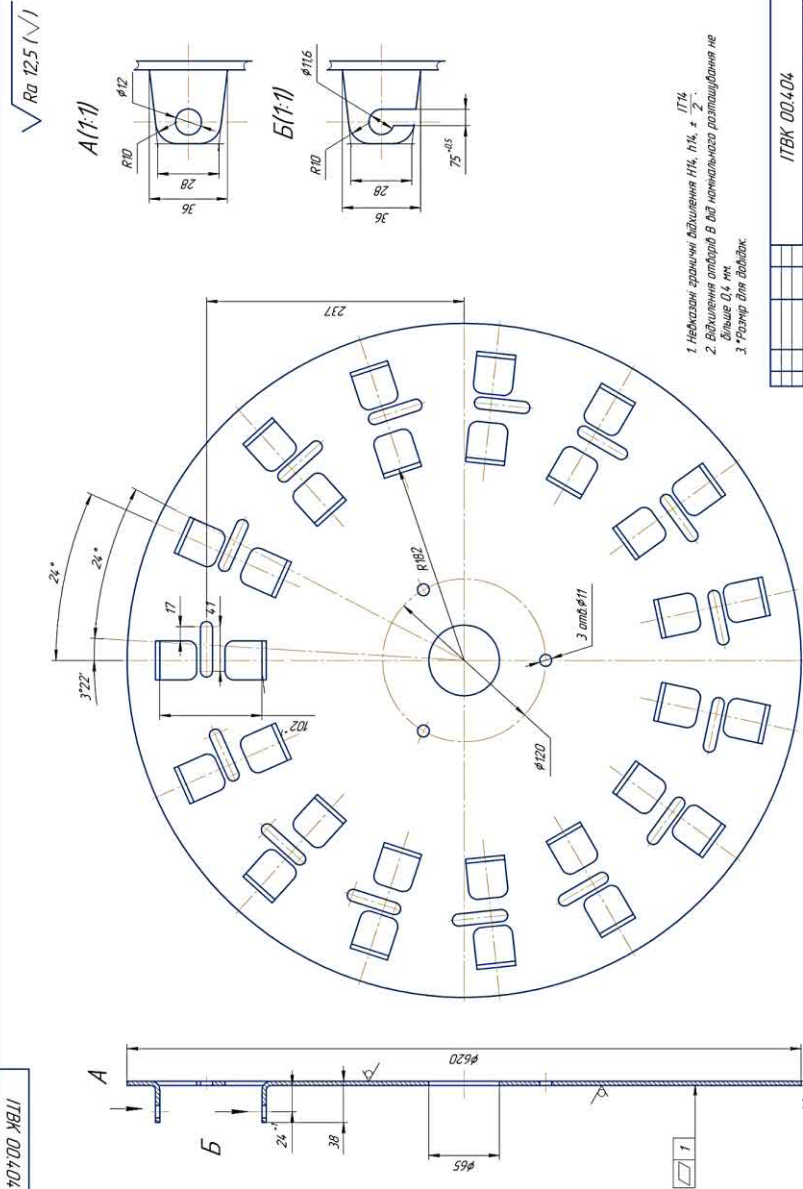
Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа поля – 60 га; довжина гонів – 1000 м; величина підйому – 3°; глибина загартання насіння – 5–7 см.	Схема поля 
Агротехнічні вимоги	Відхилення від заданої глибини – ± 1 см; відхилення від заданої норми висіву насіння – $\pm 3\%$; нерівномірність висіву між окремими апаратами не більше $\pm 3\%$; відхилення ширини стикових міжрядь для суміжних проходів – не більше ± 5 см, для суміжних сідалок – не більше ± 2 см.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор Т-70С, картоплесаджалка СН-4Б; робоча ширина захвату – 2,8 м; мінімальний радіус повороту – 4,76 м; кінематична довжина агрегату – 3,4 м. Підготовка агрегату: 1. Провести щозмінний технічний огляд трактора і саджалки. 2. Перевірити робочі поверхні саджалки, відрегулювати довжину маркерів. 3. Відрегулювати сідалжку на задані норми висіву насіння та туків і глибини їх загартання.	
Підготовка поля	Перед початком обробітку оглянути поле, виявлені перешкоди усунути. Ширина поворотної смуги – 19,6 м; оптимальна ширина заїмки – 212,8 м; кількість заїмок – 3 (2 шириною 212,8 м; 1 – шириною 174,4 м).	Схема руху одного циклу 
Спосіб руху	Спосіб руху – гонівий човником	
Швидкість руху	Робоча передача – 5; враховуючи буксування, робоча швидкість – $V_p = 5,87$ км/год.	
Показники організації процесу	1. Тривалість циклу – 22,64 хв. 2. Технічна продуктивність за цикл – 0,62 га/цикл. 3. Змінна продуктивність агрегату – 10,52 га/зм. 4. Кількість циклів за зміну – 17,1 цикл/зм. 5. Витрати палива на 1 га – 9,94 кг/га. 6. Витрати палива за зміну – 104,56 кг/зм.	
Контроль за якістю	1. Виконати 2–3 рази за зміну контроль норми висіву насіння. Відхилення від норми висіву не повинно перевищувати $\pm 3\%$. 2. Не менше 10 разів перевірити глибину загартання насіння. Відхилення не повинно перевищувати ± 1 см. 3. Нерівномірність висіву між окремими апаратами не повинна перевищувати $\pm 3\%$. 4. Відхилення ширини стикових міжрядь не повинно перевищувати: для суміжних проходів – ± 5 см, для суміжних сідалок – ± 2 см.	

Операційно-технологічна карта на садіння картоплі

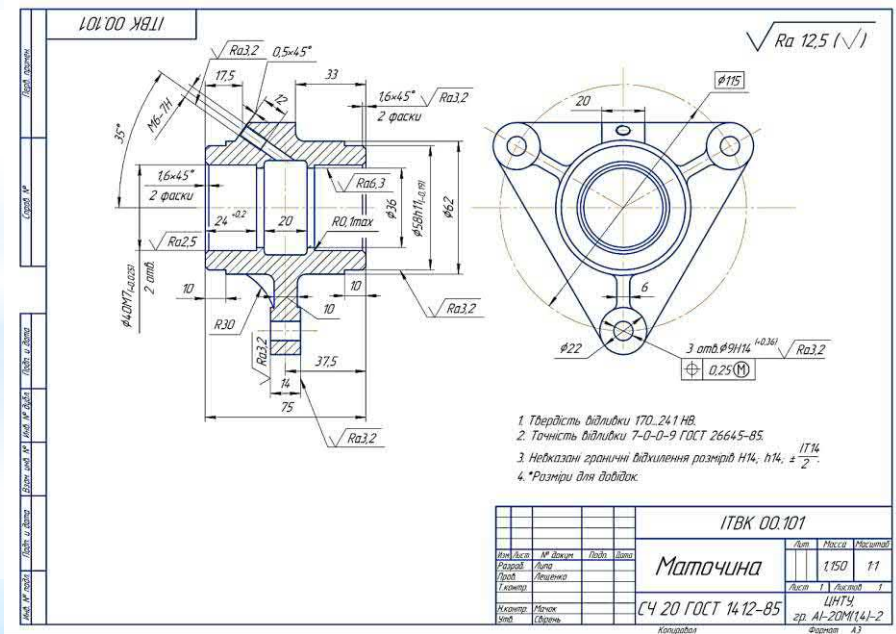
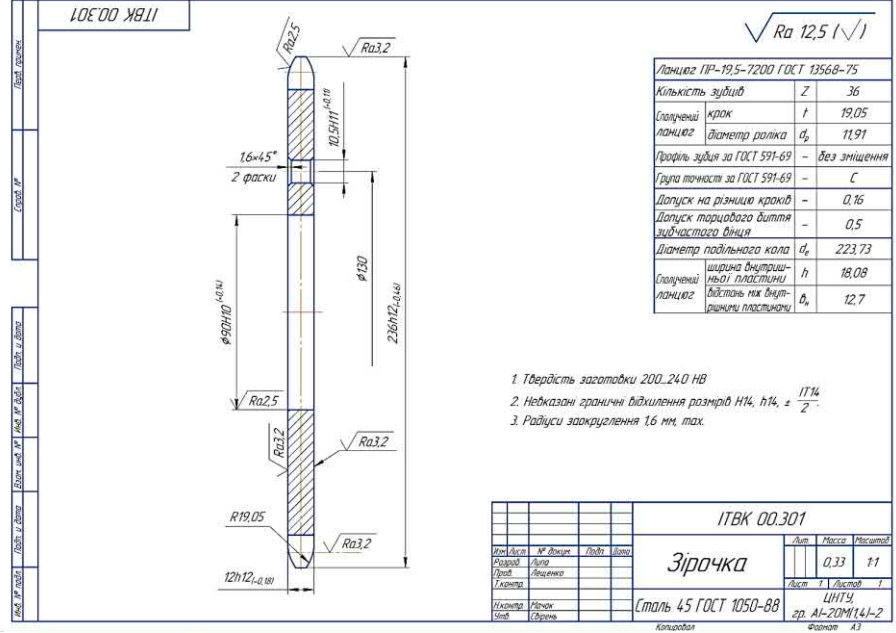
Складальні креслення вдосконалених елементів конструкції



Деталювання картоплесаджалки

[illegible]

1. Невказані грошечки відхилення НІ%, $n\% \pm \frac{1}{2}$.
2. Відхилення отворів В від номінального розташування не більше 0,4 мм.
3. *Розмір для довідок.



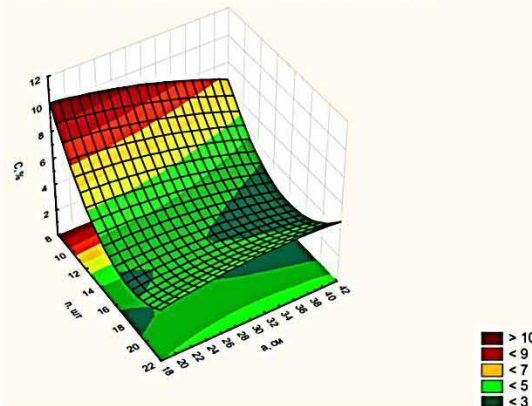
Результати експериментальних досліджень

ІТБК 00.001 НЧ

	1	2	3
	n, шт	a, см	C, %
1	9	20	7,7
2	9	25	7,1
3	9	30	7,0
4	9	35	6,9
5	9	40	6,5
6	12	20	7,2
7	12	25	6,5
8	12	30	6,4
9	12	35	4,9
10	12	40	3,8
11	15	20	3,1
12	15	25	2,9
13	15	30	2,7
14	15	35	2,0
15	15	40	1,5
16	18	20	3,0
17	18	25	3,2
18	18	30	2,8
19	18	35	2,4
20	18	40	2,0
21	21	20	3,2
22	21	25	4,1
23	21	30	4,4
24	21	35	4,5
25	21	40	4,8

3D Surface Plot of C, % against n, шт and a, см
Spreadsheet7 3v*25c

$$C, \% = 28,2971 - 2,833 \cdot x - 0,0486 \cdot y + 0,0727 \cdot x^2 + 0,012 \cdot x \cdot y - 0,0031 \cdot y^2$$



Вплив кількості ложечок n та кроку садіння картоплі a на відсоток пропусків C

Загальне рівняння регресії має вигляд

$$Y(C) = 28,2971 - 2,833 \cdot x_1 - 0,0486 \cdot x_2 + 0,0727 \cdot x_1^2 - 0,0031 \cdot x_2^2 + 0,012 \cdot x_1 \cdot x_2$$

ІТБК 00.001 НЧ					
Результати експериментальних досліджень	Дат	Місц	Місц	Місц	Місц
Дат	Дат	Місц	Місц	Місц	Місц
Місц	Місц	Місц	Місц	Місц	Місц
Місц	Місц	Місц	Місц	Місц	Місц
Місц	Місц	Місц	Місц	Місц	Місц

Наукова частина роботи

Дякую за увагу!

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание			
Справ. №	A1			ITBK 00.000 СБ	Складальне креслення					
					Документація					
					Складальні одиниці					
		1		ITBK 00.030	Сошник	4				
		2		ITBK 00.150	Борознозароблювач	4				
		3		ITBK 00.180	Ворушилка	2				
		4		ITBK 00.320	Чистик	1				
		5		ITBK 00.330	Ковш	2				
		6		ITBK 00.340	Хомут	2				
		7		ITBK 00.350	Колесо	2				
		8		ITBK 00.360	Сигналізація	1				
		9		ITBK 00.370	Апарат	2				
		10		ITBK 00.380	Туковий апарат	1				
		11		ITBK 00.390	Кардан	1				
		12		ITBK 00.410	Тяга верхня	4				
		13		ITBK 00.420	Тяга нижня	4				
	14		ITBK 00.430	Кронштейн	1					
	15		ITBK 00.440	Щиток	2					
	16		ITBK 00.450	Контрпривід	1					
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ITBK 00.000						
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Картоплесаджалка СН-4Б	Лит.	Лист	Листов	
	Разраб.	Липа							1	
	Пров.	Лещенко								
	Н.контр.	Мачок								
	Утв.	Свірень					ЦНТУ, гр. АІ-20М(1,4)-2			

Копировал

Формат А4

