

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

Допущено до захисту
“ ” 2024 р.
Зав. кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)
А.В. Войтік
(підпис) (ініціали, прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (дипломний проект)
магістр
(освітній рівень)

тема роботи **«Дослідження впливу конструкції пристрою попереднього
обмолоту жнивarki на якість зернового матеріалу»**

Виконав: студент 2 курсу, групи 21м-ім
освітньої програми магістр
спеціальності 208 «Агроінженерія»
Бондарець О.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н. доцент Шевчук В.В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м. Умань – 2024 рік

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ В КОНТЕКСТІ ЗНАЧНОГО РІВНЯ ТРАВМУВАННЯ ЗЕРНА	8
1.1 Аналіз існуючих технологій збирання зернових	8
1.2. Недоліки сучасних техніко-технологічних рішень збирання зернових в контексті значного рівня травмування зерна	14
РОЗДІЛ 2. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	18
2.1. Дослідження травмування насіння комбайнами з різними технологічними схемами обмолоту	18
2.2. Удосконалення молотильно-сепаруючого пристрою	24
2.3 Обґрунтування коефіцієнта відділення зерна пристроєм попереднього обмолоту жнивarki	29
2.4 Методика визначення втрат якості насіння пшениці	30
2.5 Результати досліджень із визначення втрат якості насіння пшениці	35
2.5.1. Дослідження ступеня пошкодження насіння пшениці, відділеної пристроєм попереднього обмолоту зерна	35
2.5.2. Результати досліджень з визначення енергії проростання і схожості насіння пшениці	38
Висновок по 2 розділу	42
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ	43
3.1. Моделювання виробничих небезпек під час проведення механізованих робіт	43
3.2 Організація умов та заходів з охорони праці при проведенні зернозбиральних роботах	45
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	47
4.1. Вихідні дані для розрахунку	47
4.2 Результати розрахунків	50
Загальні висновки	52
Список використаних джерел	53

РЕФЕРАТ

Бондарець О.В. Дослідження впливу конструкції пристрою попереднього обмолоту жнивarki на якість зернового матеріалу (Дипломний проект, Уманський національний університет садівництва, 2024: пояснювальна записка на 56 сторінках, у т.ч. 4 розділів, 14 рисунки, 2 таблиць, 40 джерела літератури).

Методологічною основою досліджень є оцінка макротравмувань (дроблень, сплющень і сдавлень з пошкодженням зародком або відокремленою частиною зернини) та мікропошкоджень (пошкоджень оболонки, прихованих внутрішніх дефектів — подряпин, вм'ятин, тріщин, тощо) насіння зернових культур, зібраного зернозбиральними комбайнами з різними технологічними схемами обмолоту

Мета досліджень — підвищення ефективності технологічних процесів виробництва зернових культур завдяки дослідженню травмування насіння комбайнами з різними технологічними схемами обмолоту за умов їх використання на збиранні зернових на насіння.

Об'єкт досліджень - механізовані технологічні процеси збирання зернових культур, зернозбиральні комбайни та транспортні засоби, які застосовуються під час збирання зернових культур.

Предмет досліджень - функціональні показники технологічних процесів збирання ранніх зернових культур, їх закономірності та залежність від параметрів зернозбирально-транспортних комплексів.

Ключові слова: ЗБИРАННЯ, МІКРОПОШКОДЖЕННЯ, СХОЖІСТЬ, ЗЕРНО.

ВСТУП

Актуальність теми. Продуктивність зернозбирального комбайна визначається ефективністю технологічних процесів обмолоту та сепарації зерна, а також рівнем пошкодження зерен. Важливо забезпечити максимально ефективну сепарацію зерна в МСС комбайна, оскільки збільшення кількості зерен, які пройшли крізь підбарабання молотильного барабана, зменшує навантаження на соломотряс або інший сепаратор грубого вороху. За таких умов зменшуються втрати зерна та уможлиблюється підвищення продуктивності зернозбирального комбайна.

Дослідження комбінованого обмолочуючо–транспортуючого технологічного процесу, який здійснюється завдяки пристрою попереднього обмолоту зерна, оцінювання ефективності його функціонування за умов мінімального рівня травмування зерна робочими органами жниварки зернозбирального комбайна, є досить перспективними завданнями.

Низька якість вітчизняного посівного матеріалу обумовлена значним травмуванням насіння при збиранні та його первинній обробці, що впливає на його схожість. За таких умов норма висіву іноді збільшується на 20-25 відсотків у порівнянні з європейськими країнами. Використання в якості посівного матеріалу травмованого насіння призводить до втрат врожаю з розрахунку на один гектар: 0,5 т жита, 0,3 т ярого ячменю, 0,2 т пшениці ярої, 0,6 т вівса, 0,8 т кукурудзи. При цьому кожні 10% травмованих насінин, як майбутнього посівного матеріалу, знижують врожайність у середньому на 0,1 т з 1 га.

Висока пошкодженість насіння при його збиранні та первинній обробці є однією з причин, які перешкоджають його просуванню на європейські та світові ринки.

Характерною ознакою сьогодення є домінування споживчого інтересу до високопродуктивної збиральної техніки. Відповідно до таких тенденцій провідні виробники наповнюють ринок комбайнами з потужністю 150- 600 к.с., які за технологічною схемою обмолоту і сепарації хлібної маси розділяють на три основні типи: класичні, роторні і комбіновані. В сучасних зернозбиральних

комбайнах збільшуються як основні параметри - ширина захвату жаток до 12,5м, потужність двигуна до 600к.с., ємкість бункера до 14000л, так і вдосконалюються молотильно- сепаруючі пристрої (МСП), електронні системи контролю і налаштування технологічного процесу, системи автоматичного водіння і синхронізації при перевантаженні зерна в рухомі транспортні засоби, пристрої для збирання не зернової частини врожаю. Отримання чистого зерна від комбайна, яке не потребує додаткового очищення – це одна із вимог до сучасних комбайнів. Чистота бункерного зерна повинна бути не менше 98 %, а дроблене зерно не більше 1 %. Тому значна увага в нових комбайнах приділяється удосконаленню як самих систем очистки зерна (СОЗ), так і засобів контролю і оптимізації налаштувань для отримання заданої чистоти зерна. Проте питанням травмування насіння при його збиранні та первинній обробці, а також оцінці його посівних властивостей недостатньо приділено уваги.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ В КОНТЕКСТІ ЗНАЧНОГО РІВНЯ ТРАВМУВАННЯ ЗЕРНА

1.1 Аналіз існуючих технологій збирання зернових

У нашій країні зернозбиральними комбайнами збирають понад 98 % площ, зайнятих зерновими, круп'яними, зернобобовими культурами і рисом. Ці площі збирають прямим комбайнуванням (однофазний спосіб збирання) і роздільним (двофазний). За прямого комбайнування скошування, обмолот хлібної маси, очистка зерна і збирання соломи відбуваються в єдиному агрегаті. Пряме комбайнування зернових, зернобобових культур і рису доцільно починати за умов настання повної стиглості в основній масі зерен і проводити його в агротехнічний термін. Порушення цих вимог призводить до осипання зерна. Якщо в перші 4–7 діб після настання повної стиглості втрати зерна (за винятком вівса) складають 0,07–0,14 т/га, то зі збільшенням тривалості збирання вони інтенсивно зростають.

Мінімізування втрат під час збирання зернових — актуальне питання щороку для кожного агронома. Зернові культури можна збирати з найменшими втратами і з кращою якістю, а також із найменшими технічними й післязбиральними енергетичними затратами.

Основними причинами втрат зерна при збиранні є:

- несвоєчасне визначення початку й тривалості періоду збирання тієї чи іншої культури;
- незадовільне обслуговування збиральних агрегатів, яке викликає тривалі простої техніки;
- нерівна поверхня поля;
- загущені або зріджені посіви;
- засміченість поля;

– конструктивні недоліки машин або їхніх окремих робочих органів, порушення оптимальних технологічних регулювань тощо.

Оптимальний термін і можлива гнучкість за збирання видів і сортів зернових залежать від терміну дозрівання, властивостей соломи, схильності до осипання, стійкості до хвороб і проростання, а також від чутливості зерен до механічного пошкодження.



Рисунок 1.1 - Збирання видів і сортів зернових

Пряме комбайнування на сьогодні є стандартною технологією збирання зернових. Його переваги: незалежність від погодних умов, більш висока якість обмолоту, менші витрати енергії і праці та менша собівартість продукції.

Самохідні комбайни сучасного типу мають жатку, молотильний апарат, соломотряс у багатьох типах, очищувач і подрібнювач соломи.

Жатка зрізає стебла і транспортує їх до молотильного апарата. Рівномірне транспортування забезпечує мотовило з керованими пружинними зубами, яке обертається. Його частоту обертання і висоту регулюють під час роботи. Це забезпечує, за різної довжини стебел або колосків, які вилягли, безперервну, рівномірну подачу хлібної маси до транспортного шнеку. Як правило, частота обертання мотовила трохи вища від швидкості руху комбайна, що запобігає втраті вибитих із колосків зерен. Для якісного функціонування дуже важлива

правильна установка стеблепідійомників щодо поверхні ґрунту. Висота ріжучого апарату також регулюється з пульта управління.

Молотильний апарат складається з молотильного барабана (довжина — 1,2-1,7 м) із прикріпленими на ньому рифленими пасами різної форми і підбарабання, між якими зерна відокремлюються під дією ударів і тертя колосків. Більшість зерен падає через отвори решетовидного барабана і транспортується на очищувач. Частина зерна разом із рештками викидається через вихід підбарабання. Його можна відокремити від соломи тільки за допомогою соломотряса. Розрізняються тангенційні й осьові, або аксіально-роторні молотильні апарати. Більшість типів комбайнів мають тангенційний молотильний апарат. В осьових молотильних апаратах хлібна маса транспортується підбарабанням паралельно до осі барабана. Тоді як у тангенційних молотильних апаратах ця маса транспортується тільки один раз по зерновіддільній поверхні підбарабання, в осьових — до 8 разів. Зерновідділення підбарабанням досягається в останнього краще — 95-100%, у тангенційного молотильного апарата — 70-85%, тому в комбайнах з осьовим молотильним апаратом немає соломотрясів.



Рисунок 1.2 - Загальний вигляд комбайна перед початком робіт

За вологих умов у комбайнів з осьовими молотильними апаратами відбувається відносно сильне зниження продуктивності. Регулювання

молотильного апарата проводиться зміною частоти обертання молотильного барабана та відстані між барабаном і підбарабанням. Відстань повинна зменшуватися від входу до виходу. Коли менша відстань і вища частота обертання барабана, то краще намолотили зерна, та водночас зростає і його дроблення. Тому потрібне компромісне рішення за вибору частоти обертання барабана від 25-33 м/с. Що вологіша солома, то меншою має бути відстань між барабаном і підбарабанням, і вищою — частота обертання барабана.

Соломотряс у комбайнів із тангенційним молотильним апаратом в результаті багаторазового струшування відокремлює залишкове зерно від соломи й одночасно транспортує соломі до кінця комбайна. Соломотряс складається з 4-8 клавішних хорд, поверхня яких ситовидна. За допомогою кривошипів вони вібрують. Солома при цьому транспортується до накопичувача або подрібнювача, а зерно та інші дрібні частинки через отвори соломотряса потрапляють на очищувач. Як більша поверхня соломотряса, то й краще відділення зерен. У сучасних комбайнах вона становить 1-1,5 м²/м ширини захвату комбайна. Відділення зерна залежить і від розпушування шару соломи на соломотрясі, на якому встановлені розпушувальні зуби.

чисна установка відокремлює половику, порожні колоски, уламки соломи й інші дрібні частинки від зерна. Вона складається з двох решіт (верхня і нижня жалюзійні решета загальною площею від 4 до 6,5 м²), за якими продувається вентилятором повітряний потік.

Прохід через верхню решету регулюється так, що половику, уламки соломи й порожні колоски затримуються і повітряним потоком виносяться із задньої частини комбайна. Зерна та уламки колосків падають на нижню решету. Воно регулюється, пропускаючи тільки зерна, які зерновим шнеком транспортуються в бункер. Усі обмолочені частини, які не виводяться повітряним потоком і не проходять через нижню решету, падають в кінці решета на поворотний шнек. За правильного регулювання решіт і повітряного потоку туди потрапляють тільки необмолочені колоски або їхні частини. Поворотним елеватором вони переносяться в молотильний апарат. Занадто маленькі отвори в нижньому

решеті ведуть до повторного молотіння зерна, у результаті зростає небезпека їхнього дроблення. При недостатньому потоці повітря поворотний елеватор перевантажується легкими частинками соломи і колосків, які можуть привести до засмічення системи .

Продуктивність комбайнів і якість їхньої молотьби постійно підвищують удосконаленням молотильної, видільної та очисної систем.

Під час роботи комбайна розрізняють втрати до жнив, за обмолоту, за соломотрясом і при очищенні.

Втрати під час молотіння можна оцінювати по необмолочених колосках за комбайном. Зерно, яке падає за комбайном, це втрати соломотряса або очисної установки. Щоби мінімізувати загальні втрати, необхідно враховувати навіть незначні втрати при обмолоті.

Сорти сучасної селекції з високим індексом врожайності дозволяють проводити пряме комбайнування з більшою продуктивністю по площі та зниженням втрат зерна до 1,5% і менше. Від стійкості сорту до вилягання сильно залежать втрати при збиранні.

Для визначення втрат під час збирання поміщають перевірочну чашу розміром 1,0×0,25 м у стеблестій перед проходом комбайна. Комбайн їде далі, а коли чаша під ним перебуватиме між передніми й задніми колесами, її дістають і підраховують зерна, які там залишилися.

Втрати від недомолоту визначають по невимолочених колосках у валках соломи. Виймають із валка соломи 50 колосків, перевіряють на решту зерна і порівнюють результати з допустимими граничними параметрами. Такі вимірювання повторюють тричі.

За роздільного комбайнування збирання проводять у дві фази: на першій валковими жниварками скошують хлібну масу в стадії воскової стиглості й укладають у валок, потім підбирають і обмолочують валки в міру висихання зерна і стебел комбайнами, обладнаними спеціальними підбирачами. За двохфазного способу збирання можна починати на 5–10 діб раніше, ніж за однофазного, що уможлиблює до мінімуму втрати від само осипання зерна.

Зібране за таких умов зерно і не зернова частина врожаю (солома і полова) буде мати меншу вологість, що забезпечує кращі умови для їх зберігання й обробки. Терміни збирання хлібів за таких умов скорочуються не тільки внаслідок більш раннього початку, але і завдяки більшій продуктивності комбайнів на підбиранні валків (на 25–30 % у порівнянні з однофазним способом). За таких умов знижуються витрати енергії на обмолот і післязбиральну обробку зерна. За своєчасного підбирання скошеної маси з валків посівні і хлібопекарські якості зерна трохи вищі, ніж за прямого комбайнування. [1, 6, 7, 31, 109]

За роздільного способу збирання хлібна маса у валках висушується за 3–6 діб. Найбільш висока якість зерна забезпечується за умови збирання його в середині воскової стиглості. За тривалого лежання валків, особливо за несприятливих умов, якість зерна різко знижується, зменшується кількість і якість клейковини. Краще зерно за посівними показниками виходить за умови збирання наприкінці його воскової та початку повної стиглості. Затримки з підбором валків на 10 діб може зменшити майбутній врожай до 15 %, а на 20 діб - до 30 %. [2, 4, 5]

Якість збирання зернових, зернобобових культур і рису багато в чому залежить від раціонального сполучення прямого комбайнування з роздільним. Вибір способу збирання й обґрунтування його обсягу для конкретних господарств визначають виходячи зі стану хлібної маси на початку збиральних робіт, природно-кліматичних умов, у яких розташоване господарство, техніко-технологічного забезпечення.

Відмітимо такі допустимі втрати зерна:

- 1) загальні втрати зерна за жнивваркою за полеглості хлібів до 20 % – 0,5 %, а за умов збирання полеглих хлібів – до 1,5 %;
- 2) загальні втрати зерна за умов підбирання нормально покладених у валки хлібів – не більше 0,5%;
- 3) загальні втрати за молотаркою – не більше 1,5%.

Допустиме подрібнення зерна:

- подрібнення й обрушення насіннєвого зерна колосових культур може складати до 1%, а продовольчого зерна – не більше 2%.
- чистота зерна у бункері повинна бути не менше 97 %. [8, 9, 10, 99]

1.2 Недоліки сучасних техніко-технологічних рішень збирання зернових в контексті значного рівня травмування зерна

Основними показниками якості роботи зернозбиральних комбайнів є загальні втрати зерна за молотаркою та чистота зерна в бункері. Втрати зерна за обмолоту і сепарації розділяють на прямі, або неповоротні, і непрямі. До першого відносять зерно, загублене тим або іншим шляхом і його неможливо зібрати, до других – зерно, що втратило посівні, продуктивні або хлібопекарські якості. За збирання і післязбиральної обробки зерно піддається механічній дії, внаслідок чого воно травмується. Механічні пошкодження (макро- і мікропошкодження) негативно позначаються як на насіннєвому, так і на продовольчому зерні [60, 141].

До макропошкоджень відносять зерна дроблені, сплющені і здавлені. До мікропошкоджень відносять зерна з пошкодженими зародком, оболонкою й ендоспермом, а також з прихованими внутрішніми дефектами — вм'ятинами, забитими місцями, тріщинами.

Зерен з макропошкодженнями за звичай небагато. Кількість зерен з мікропошкодженнями іноді досягає 50-80 % і більше, що різко знижує посівні, товарні, хлібопекарські та інші якості зерна. За сівби травмованим насінням з 1 га недобирають 0,5 т жита, 0,3 т ярого ячменю, 0,2 т пшениці ярої, 0,6 т вівса, 0,8 т кукурудзи. За таких умов кожні 10% травмованих насінин як майбутній посівний матеріал знижують врожайність у середньому на 0,1 т з 1 га [59].

Травмування зерна за обмолочування, сепарації і транспортування залежить від багатьох чинників. До них відносять: фізико-механічні властивості маси, яка обмолочується; параметри й особливості конструкції

МСП комбайнів; технологічні регулювання і режим роботи основних механізмів комбайна, особливо МСП, технічний стан деталей тощо [142].

На протязі останніх років проведено комплекс досліджень щодо визначення впливу типу МСС зернозбирального комбайна та його робочих органів на травмування насіння, зокрема, встановлено залежності значення мікротравмувань насіння від режимів функціонування робочих органів молотильного апарату та завантаження молотарки хлібною масою комбайну з молотильним апаратом аксіально-роторного типу (КЗС-9Р "Славутич") та молотильного апарату барабанно-декового типу (комбайн "Дон-1500") [61, 62, 131].

Встановлено, що визначальний вплив на значення мікротравмування насіння відіграє частота обертання як ротора, так і барабана: мікротравмування насіння збільшується від 25–30% при значенні частоти обертання ротора 520 хв^{-1} до 45–50% при його частоті обертання 810 хв^{-1} ; мінімальні значення мікротравмування насіння, що складають 37–38% в діапазоні зміни частоти обертання барабана, на яких проводились дослідження, встановлено за частоти обертання $n = 700\text{--}760 \text{ хв}^{-1}$. Збільшення частоти обертання барабана до $n = 820 \text{ хв}^{-1}$ призводить до відповідного підвищення рівня мікротравмування насіння на 4–6% [63].

Загалом відмічено, що в залежності від режимів роботи МСП зернозбиральних комбайнів "Дон-1500" та КЗС-9Р "Славутич" значення мікротравмування зерна знаходиться в межах 25–55% [63].

Дослідженнями збиральних агрегатів з жниварками обчісувального типу встановлено, що макро- та мікротравмування насіння в бункері комбайна "Джон Дір" з обчісувальною жниваркою "Шельбурн Рейнолдс" та кормозбирального комбайна "Росич" з обчісувальною приставкою складало: в першому агрегаті 3,33% та 19,25%, а в другому відповідно - 18,76% та 35,3% [105].

За результатами досліджень [64, 65, 66] встановлено, що основна частка травмування зернового матеріалу (близько 40% макро- та 60%

мікропошкодження) припадає на ділянку від молотильного барабана до зернового шнека. Основним джерелом травмування зерна на даній ділянці є молотильний барабан. Крім того значного впливу завдають робочі та транспортуючі органи системи домолоту.

Значний вплив на рівень травмування здійснюють робочі органи хедера комбайна. Частка травмування зерна робочими органами жниварки та похилої камери від загального рівня травмування складає: макропошкодження – 32%, мікропошкодження – 37%.

Транспортуючі робочі органи зернової групи (зерновий шнек та елеватор, похилий шнек бункера) завдають значної дії на рівень макропошкодження зернового матеріалу. На їх долю припадає близько 28% від загального рівня макротравмування. Величина мікропошкодження зерна транспортуючими робочими органами зернової групи незначно збільшується в межах 0,5–1%, що складає 3–5% від загального рівня.

За результатами проведених наукових досліджень встановлено, що більше 50% від загального рівня травмування насіння робочими органами зернозбирального комбайна припадає на молотильний апарат комбайна [66].

У зернозбиральних комбайнах КЗС-9 «Славутич» між жниваркою та корпусом похилої камери комбайна розміщена проставка. Проставка забезпечує вирівнювання потоку рослинної маси і спрощує процес монтажу жниварки. Вона складається з корпусу і бітера, оснащеного ексцентриковим пальчиковим механізмом. Бітер проставки транспортує хлібну масу з жниварки в похилу камеру. Функцію попереднього обмолочування на цей механізм у зернозбирального комбайна КЗС-9 «Славутич» не покладено.

На проставку покладають функцію зменшення нерівномірності подачі і травмування хлібної маси за рахунок поліпшення умов транспортування продукту, що обмолочується. Іноді на проставку, або вузол, який може бути розміщено замість неї, покладають задачу попереднього обмолоту зерна.

Зернозбиральні комбайні, жнивну частину яких обладнано пристроєм попереднього обмолоту зерна, за умов дослідження на збиранні пшениці,

забезпечували підвищення пропускної здатності в середньому на 24% і мали практично однакові із серійними комбайнами показники подрібнення зерна [41, 67].

Переважну більшість пристроїв попереднього обмолоту зерна спрямовано на отримання біологічно цінного насіннєвого зерна до його обмолоту молотильним апаратом зернозбирального комбайна. Відмічені технічні рішення уможливають зменшення кількості травмованих зерен в зерновому потоці і підвищення продуктивності роботи зернозбирального комбайна

РОЗДІЛ 2

АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Дослідження травмування насіння комбайнами з різними технологічними схемами обмолоту

Частка зерен з макротравмування (дроблене, сплюснене і сдавлене з пошкодженим зародком або відокремленою частиною зернини) складає близько 3-5%. Кількість же зерен з мікропошкодженнями (пошкоджена оболонка, приховані внутрішні дефекти — подряпини, вм'ятини, тріщини, тощо) досягає рівня 50—80% і більше.

Травмування зерна за обмолочування, сепарації і транспортування залежить від багатьох чинників. До них відносять:

- 1) фізико-механічні властивості технологічного матеріалу, який обробляється молотаркою, що визначаються вологістю зерна і не зернової частини, співвідношенням маси зерна і соломи, формою і будовою зернівки, сортовими особливостями та іншими властивостями;
- 2) фактори, що пов'язані з конструкцією зернозбиральних машин та обладнання для післязбиральної обробки зерна (типи та параметри робочих органів, їх компоновка);
- 3) технологічні регулювання і режим роботи основних механізмів комбайна, особливо молотильно-сепаруючого пристрою (частота обертання барабана, молотильні зазори, подача);
- 4) технічний стан деталей (знос бичів, планок, шнеків, скребків тощо).

На ступінь травмування зерна за обмолоту впливають видові, сортові особливості, врожайність культури. Зі збільшенням вологості кількість дробленого зерна знижується, а розплющеного і мікропошкодженого зростає. На травмування впливають розміри, будова зерен, напрямок подачі колосся в молотильний апарат тощо.

На протязі останніх років проведено комплекс досліджень щодо визначення ступеня травмування насіння зернозбиральними комбайнами з

різними схемами технологічного процесу, зокрема встановлення залежностей значення мікропошкоджень насіння від режимів робочих органів молотильного апарату та завантаження молотарки хлібною масою. Крім того визначали вплив такого фактора, як заповнення бункера.

Дослідження проводили при прямому комбайнуванні ярого ячменю за таких умов: урожайність - 40 ц/га, вологість насіння 14-15%, забур'яненість на фактичній висоті зрізу - 3-5%, співвідношення маси насіння до незернової частини 1:0,92.

Дослідження впливу параметрів молотильного апарату аксіально-роторного типу на значення мікропошкоджень насіння робочими органами проводили на базі зернозбирального комбайна КЗСР- 9 "Ротор".

Встановлено, що визначальний вплив на значення мікропошкодження насіння відіграє частота обертання ротора: мікропошкодження насіння збільшується від 25 – 30% при значенні частоти обертання ротора 520 хв^{-1} до 45 – 50% при значенні частоти обертання ротора 810 хв^{-1} (рис.2.1, а, б, в).

Характер залежності впливу завантаження молотарки на значення мікропошкодження насіння зберігається при всіх частотах обертання ротора, на яких проводили дослідження.

З метою забезпечення менших рівнів мікропошкоджень насіння, необхідно зменшувати зазори між ротором та декою, а не збільшувати частоти обертання ротора (рис.2.1, в).

Нами відмічено, що недовантаження молотарки комбайна на 30 – 40% веде до підвищення рівня мікропошкоджень насіння на 2 – 5%.

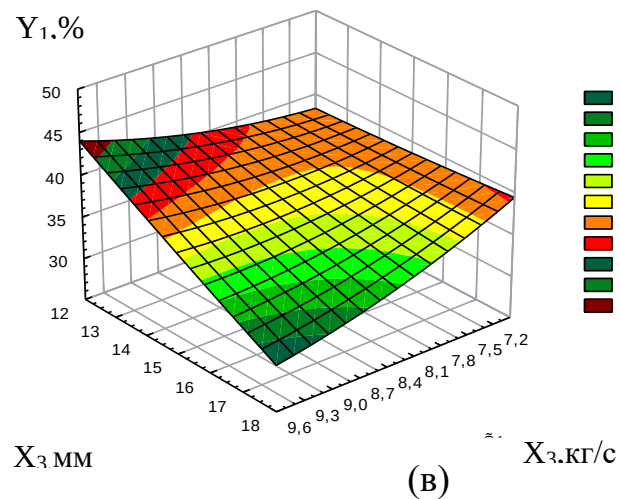
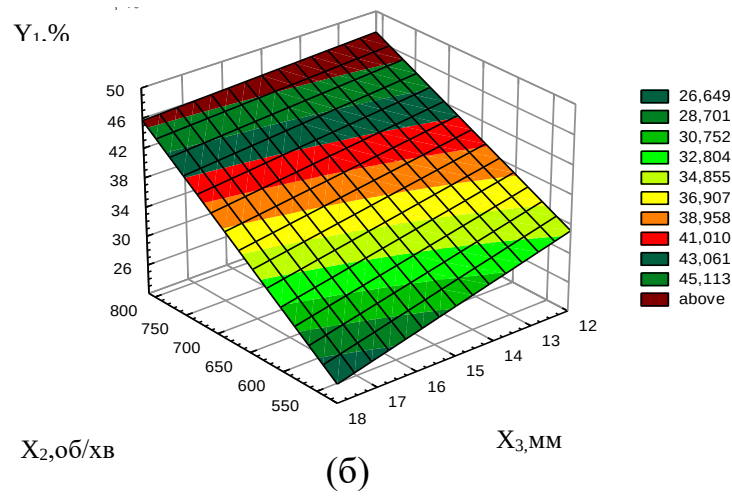
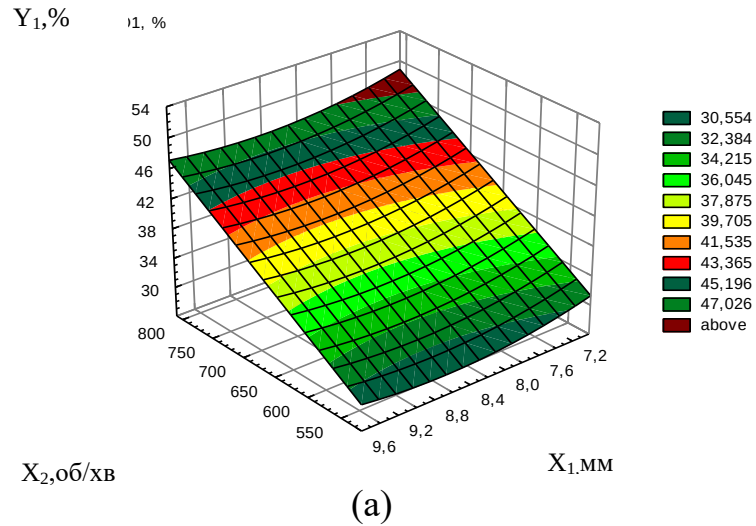


Рисунок 2.1 – Залежність зміни значення мікропошкоджень насіння від завантаження молотарки хлібною масою X_1 та частотою обертання ротора X_2 (а), частотою обертання ротора X_2 та зазору між ротором і декою X_3 (б), завантаження молотарки X_1 та зазору між ротором і декою X_3 (в)

При виборі оптимальних параметрів роботи молотильного апарату, за умови мінімуму втрат насіння, при мінімальному його мікропошкодженні, слід віддавати перевагу зменшенню зазорів між барабаном та декою перед збільшенням частоти обертання барабана.

Дослідження впливу параметрів молотильного апарату барабанно-декового типу на значення мікропошкоджень насіння робочими органами проводили на базі зернозбирального комбайна "Дон-1500". Встановлено, що визначальний вплив на значення мікропошкоджень насіння за такою схемою відіграє частота обертання барабана (рис.2.2). Мінімальні значення мікропошкоджень насіння, що складають 37 – 38% в діапазоні зміни частоти обертання барабана, на яких проводились дослідження, спостерігаються при значенні $n = 700 - 760 \text{ хв}^{-1}$. Збільшення частоти обертання барабана до $n = 820 \text{ хв}^{-1}$ супроводжується підвищенням рівня мікропошкоджень насіння в межах 4 – 6%. Таким чином, в залежності від режимів роботи молотильно-сепаруючих пристроїв зернозбиральних комбайнів "Дон-1500" та КЗС-9Р "Славутич" значення мікропошкоджень зерна знаходиться в межах 25–55%.

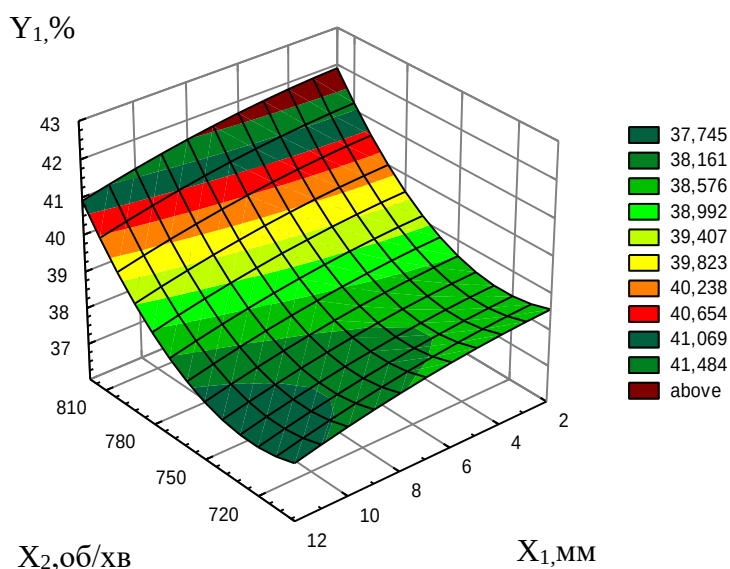
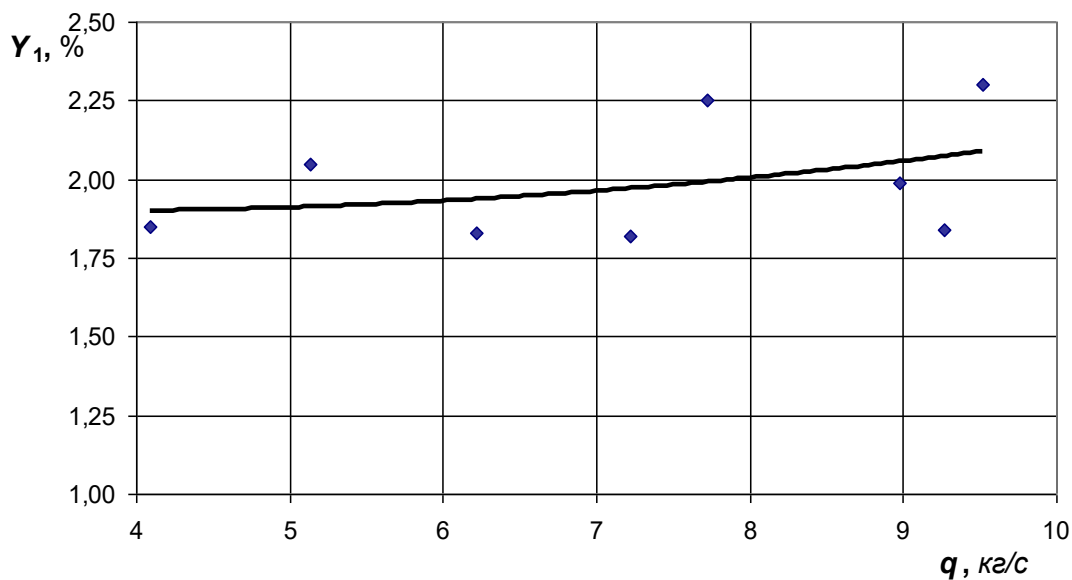
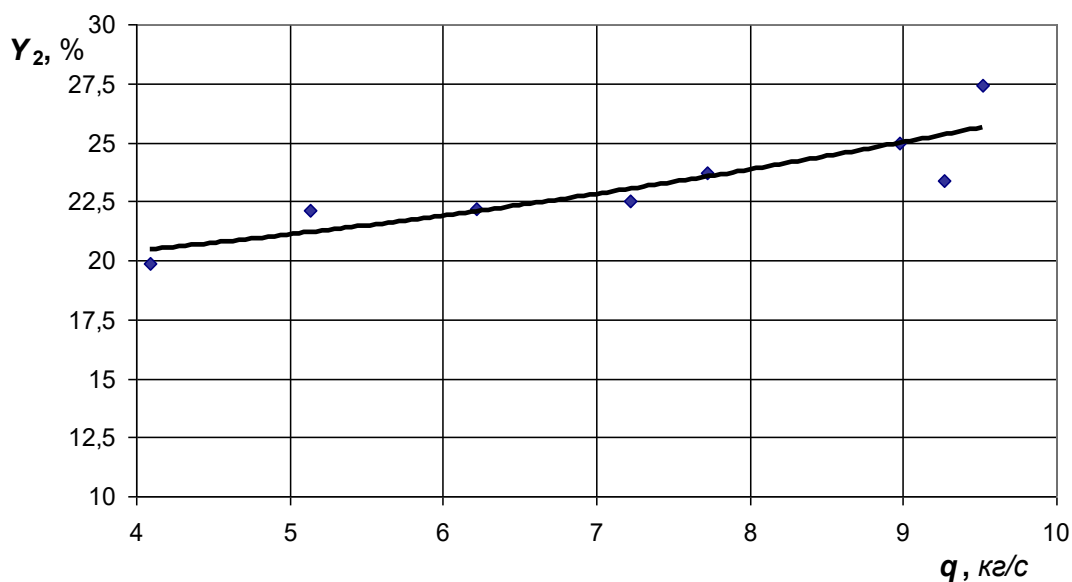


Рисунок 2.2 – Залежність зміни значення мікропошкоджень насіння від частоти обертання барабана X_2 та зазору між барабаном і декою X_1 .

Робота комбайна із штучно перевантаженим бункером призводить до збільшення рівня мікропошкоджень насіння на 5 – 10%, а в окремих випадках до 40%, порівняно з незаповненим.



(а)



(б)

Рисунок 2.3 – Залежність впливу завантаження комбайна q на значення макротравмування Y_1 (а) та мікро пошкодження Y_2 (б) насіння, що надходить в бункер комбайна КЗС-9 “Славутич”

Дослідження травмування зерна робочими органами комбайна з трибарабанною молотаркою проводили на збиранні озимої пшениці. Під час проведення досліджень визначали вплив завантаження молотарки комбайна на значення макро- та мікро пошкодження насіння. Дослідження проводили за таких умов: спосіб збирання — пряме комбайнування, врожайність — 35 ц/га.

Під час проведення досліджень швидкість руху комбайна змінювали в межах 0,9 — 2,3 м/с, що відповідає пропускній здатності комбайна 3,7-9,6 кг/с. Значення макротравмування насіння (рис. 2.3,а), що надходить в бункер комбайна, знаходиться в межах 1,8-2,3%. Зі збільшенням завантаження комбайна, значення травмування насіння зростає на всьому діапазоні, на якому проводили дослідження. Значення мікропошкодження насіння (рис. 2.3, б), під час проведення досліджень знаходилося в межах 20-28%.

Результати досліджень щодо впливу завантаження молотарки на травмування насіння зернозбиральним комбайном КЗС-9М-1 “Славутич” з трибарабанною схемою обмолоту (озима пшениця “Поліська-90”, врожайність 57,95 ц/га, солومистість 1:1,10, вологість насіння 9,0%, вологість соломи 8-9%, температура повітря 28-29⁰С наведено на рис. 2.4.

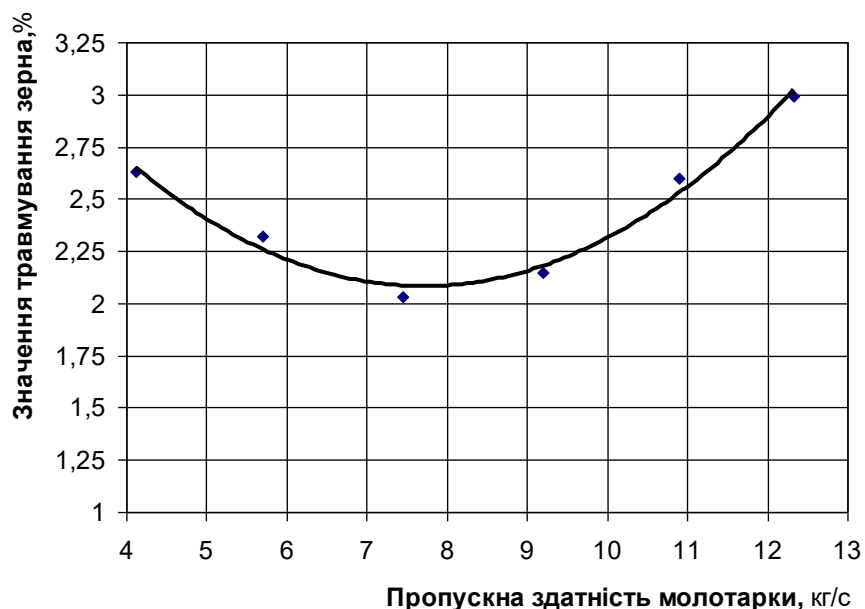


Рисунок 2.4— Залежність травмування зерна від пропускної здатності зернозбирального комбайна КЗС-9М-1 “Славутич ” з трибарабанною схемою обмолоту

У зернозбирального комбайна КЗС-9М-1 “Славутич ” з трибарабанною схемою обмолоту найменший рівень травмування насіння зафіксовано за пропускною здатністю близько 8 кг/с.

За результатами проведених досліджень встановлено:

у молотильному апараті аксіально-роторного типу збільшення частоти обертання ротора від 520 хв^{-1} до 810 хв^{-1} призводить до відповідного зростання мікропошкодження насіння від 25 – 30% до 45 – 50%;

у молотильному апараті барабанно-декового типу збільшення частоти обертання барабану від $700 - 760 \text{ хв}^{-1}$ до 820 хв^{-1} призводить до відповідного зростання мікропошкодження насіння від 37 – 38% до 41-44%.

Недовантаження молотарки комбайна на 30 – 40% веде до підвищення рівня мікропошкодження насіння на 2 – 5%.

У зернозбирального комбайна КЗС-9М-1 “Славутич ” з трибарабанною схемою обмолоту макротравмування насіння, що надходить в бункер, знаходиться в межах 1,8-2,3%, мікропошкодження – відповідно 20-28%.

З метою зменшення рівня травмування та пошкодження насіння при його збиранні доцільно передбачити розроблення вітчизняного насіннево-селекційного зернозбирального комбайна.

2.2 Удосконалення молотильно-сепаруючого пристрою

Відомий молотильно-сепаруючий пристрій, який включає молотильний барабан і встановлену під ним дугоподібну деку, виконану у вигляді ряду секцій, розміщених вздовж осі барабана і закріплених по радіусу дуги на каркасі деки. Дека складається із крайніх нерухомих і середніх коливальних секцій [129].

Працює цей молотильно-сепаруючий пристрій наступним чином: маса на обмолот подається в молотильний зазор між барабаном і декою, де під дією робочих органів барабана протягується по поверхні деки. Процес обмолоту відбувається за результатами імпульсних ударів робочих органів барабана і

протягування маси по поверхні деки. За рахунок періодичної дії бичів барабана і нерівномірної подачі маси в молотильний проміжок періодичні імпульсні зусилля робочих органів барабана через масу передаються на деку і приводять до коливань секції деки, що покращує сепарацію вимолоченого зерна.

Недоліки цього молотильно-сепаруючого пристрою полягають в тому, що імпульсні зусилля робочих органів барабана і нерівномірність подачі маси на обмолот між собою неузгоджені, а автоколивання секцій деки носять випадковий характер, що приводить до недомолоту. Наявність рухомих елементів (секцій) деки знижує надійність роботи пристрою, збільшує енергоємність процесу, а також можливість забивання і поломок за умов подачі в молотильний зазор твердих предметів.

Відомий також молотильно-сепаруючий пристрій, який включає молотильний барабан і встановлену під ним дугоподібну деку виконану у вигляді ряду секцій розміщених вздовж осі барабана і консольно закріплених по радіусу дуги на шарнірах до каркаса деки, а їх вільні кінці підпружинені [107].

У відомому молотильно-сепаруючому пристрої маса подана в молотильний зазор на обмолот по мірі зменшення робочого зазору піддається стиску, допустима величина якого визначається властивостями маси і жорсткістю пружних елементів секцій деки. Із зміною товщини шару маси по ширині і довжині деки змінюються відповідно і робочі зазори.

Використання в цьому молотильно-сепаруючому пристрої деки виконаної у вигляді ряду секцій розміщених вздовж осі барабана і закріплених по радіусу дуги на каркасі деки шарнірно, дає змогу частково покращити процес сепарації та обмолоту лише за рахунок часткової оптимізації робочого зазору в молотильно-сепаруючому пристрої.

Основні недоліки цього молотильно-сепаруючого пристрою залишаються, вони полягають в тому, що в цьому молотильно-сепаруючому пристрої використана конструкція деки з каркасом, в якому встановлені шарнірні секції деки, в яких в процесі обмолоту при переводі з однієї культури на іншу робоча

поверхня деки залишається незмінною, що в значній мірі впливає на інтенсивність обмолоту і сепарацію зерна крізь сепаруючу поверхню деки, так як переважно розмір і форма комірок сепаруючої поверхні деки впливають на експозицію зерна в молотильному зазорі.

Приклад виконання запропонованого технічного рішення молотильно-сепаруючого пристрою наведено на (рис. 2.5, 2.6, 2.7.)

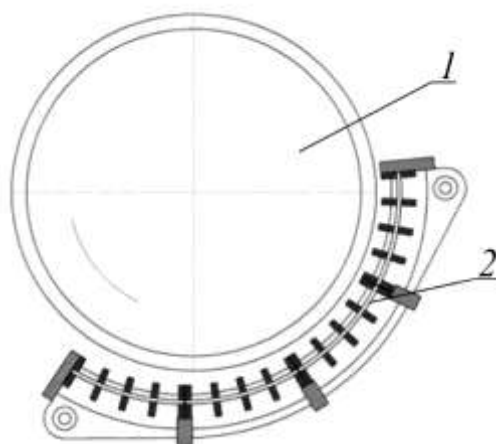


Рисунок . 2.5 – Молотильно-сепаруючий пристрій (загальний вигляд)

Задачею досліджень є молотильно-сепаруючий пристрій в якому завдяки зміні форми елементів конструкції, введенню нових елементів та завдяки використанню конструкції деки з каркасом, в який швидко та легко у вигляді касет вставляються змінні секції деки, що мають набір різних сепаруючих поверхонь з різними розмірами та формами комірок, а також в разі необхідності використовуються секції деки з глухими рифленими поверхнями, що дає змогу враховувати властивості культури, яку обмолочують, підбирати відповідний набір секцій деки, тим самим покращити умови процесу обмолоту, підвищити інтенсивність обмолоту та сепарації зерна в молотильному проміжку.

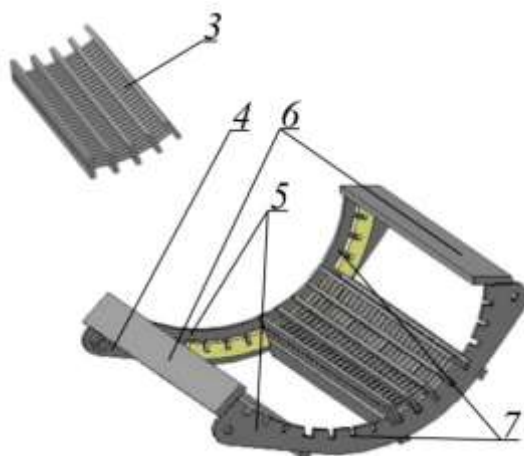


Рисунок 2.6 – Молотильно-сепаруючий пристрій (каркас деки із секцією)

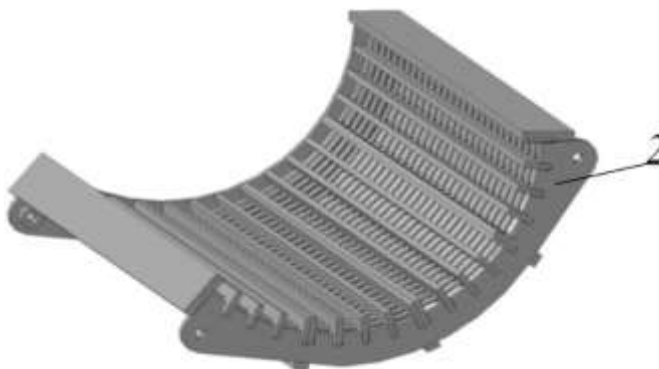


Рисунок. 2.7 – Молотильно-сепаруючий пристрій (дека)

Поставлене завдання вирішується завдяки тому, що молотильно-сепаруючий пристрій, який включає молотильний барабан і встановлену під ним дугоподібну деку, виконану у вигляді ряду секцій розміщених вздовж осі барабана і закріплених по радіусу дуги на каркасі деки, відповідно до ідеї розробки, по радіусу дуги в дугоподібних ребрах каркаса деки виконані пази в які встановлено вздовж осі барабана секції деки, виконані у вигляді змінних касет з різними робочими поверхнями.

Така конструкція молотильно-сепаруючого пристрою дає змогу враховуючи властивості культури, яку обмолочують, підібрати і легко встановити в каркасі деки змінні секції з відповідними для даної культури робочими поверхнями за рахунок чого змінювати експозицію та інтенсивність обмолоту зерна в молотильному проміжку та сепарацію зерна крізь сепаруючу решітку деки. На

культурах, які легко обмолочуються, експозиція та інтенсивність обмолоту зменшується, а сепарація збільшується. На культурах які важко обмолочуються, навпаки, інтенсивність та експозиція обмолоту збільшується, а експозиція сепарації зменшується.

Молотильно-сепаруючий пристрій включає молотильний барабан 1 і охоплюючи його дугоподібну деку 2 виконану у вигляді поздовжніх відносно барабана 1 змінних секцій 3 закріплених в каркасі 4. Каркас 4 деки включає дугоподібні ребра 5, що жорстко з'єднані з поздовжніми планками 6. Для встановлення змінних секцій 3 в каркасі 4 деки по радіусу дуги дугоподібних ребер 5 виконані пази 7.

Молотильно-сепаруючий пристрій працює наступним чином. Маса для обмолоту подається в молотильний зазор між барабаном 1 і декою 2. На вході в молотильний проміжок маса піддається ударним діям робочих органів барабана 1, та під дією цього протягується по робочій поверхні змінних секцій 3 деки 2 де відбувається обмолот і сепарація зерна крізь сепаруючу поверхню. При необхідності заміни змінних секцій 3 необхідно вийняти їх з пазів 7 каркасу 4, виконаного з дугоподібних ребер 5 та поздовжніх планок 6 і відповідно вставити в ці пази інші секції 3.

Інтенсивність обмолоту зерна на вході в молотильний зазор значно вища ніж на виході із нього, це обумовлено меншою початковою швидкістю руху маси на вході в молотильний проміжок, а також конструкцією сепаруючої поверхні змінних секцій. Робоча поверхня змінних секцій в значній мірі впливає на швидкість переміщення маси в робочому проміжку, а відповідно і на експозицію її обробітку, а також на інтенсивність обмолоту та сепарації зерна в молотильному проміжку. Використовуючи набір змінних секцій з різним терковими робочими поверхнями, а також враховуючи сепаруючу здатність поверхні змінних секцій і властивості матеріалу, який подається на обмолот, можна впливати на інтенсивність обмолоту та сепарації зерна в молотильному проміжку.

2.3 Обґрунтування коефіцієнта відділення зерна пристроєм попереднього обмолоту жнивarki

Проведеними нами експериментальними дослідженнями підтверджена можливість відділення 30-32% зерна на ранніх фазах його транспортування до МСС комбайна. Нами розроблено пристрій попереднього обмолоту зерна, який розташовано в похилій камері жнивarki зернозбирального комбайна КЗС 9-1 (розділ 4).

Ефективність запропонованого пристрою попереднього обмолоту зерна жнивarki (ширина захвату бм) чисельно запропоновано оцінювати співвідношенням маси відділеного їм зерна до маси зерна, що має надійти з поля (дослідної ділянки)

$$k_g = \frac{m_z}{m_{оч.з}} \quad (2.1)$$

де m_z — маса відділеного пристроєм зерна (встановлюється експериментально), кг;

$m_{оч}$ — маса зерна, що очікується до надходження у похилу камеру пристрою за результатами досліду (визначається розрахунковим методом), кг.

Цей показник комплексно характеризує узгодженість в системі збирання та обмолоту культури цілої низки техніко-експлуатаційних показників використання комбайна з її агробіологічними факторами.

Коефіцієнт відділення зерна від колосу k_b спільно із абсолютним значенням маси цього зерна m_z уможливають комплексно оцінити конструкційно-технологічне і технічне рішення щодо пристрою попереднього обмолоту зерна.

До пристрою попереднього обмолоту зерна надходить ЗСМ загальна кількість якої співпадає із масою, що надходить до молотарки. Згідно із [1-6] кількість цієї маси (пропускну здатність, q , кг/с) визначали за залежністю

$$q = \frac{Bk_{нов} v_M Q}{360}, \quad (2.2)$$

де Q - врожайність зерна і соломи, ц/га: $Q = Q_z + Q_z\beta$,

Q_z - врожайність зерна, ц/га; β - частка соломи за масою відносно врожайності зерна;

B – ширина захвату жниварки, м;

v_m – швидкість руху комбайна, км/год;

$k_{пов}$ – коефіцієнт ефективності використання ширини захвату жниварки (за експериментальними даними значення цього коефіцієнта коливається в межах 0,94-0,99).

Площу ділянки, яку за результатами кожного досліду скошує зернозбиральний комбайн визначали $S_d = B \cdot l_i \cdot k_{пов}$, де l_i – довжина дослідної ділянки, м. Відмітимо, що $l_i = t_i v_{Mi}$, де t_i та v_{Mi} – час та швидкість проходження комбайна i – ої ділянки відповідно. Таким чином вираз для визначення площі ділянки, що досліджується, набуде вигляду $S_d = B t_i v_{Mi} k_{пов}$, м².

Прийmemo за $m_{пит}$ – значення питомої урожайності ділянки поля площею один квадратний метр, кг/м². Тоді очікувана маса зерна з дослідної ділянки буде визначатися $m_{з.оч} = m_{пит} \cdot S_d = m_{пит} \cdot B \cdot l_i \cdot k_{пов}$, кг, а соломи – $m_{с.оч} = B \cdot m_{пит} \cdot l_i \cdot k_{пов} \cdot \beta$, кг.

Врожайність зерна і соломи із одного гектару площі можливо представити, ц/га

$$Q = Q_z + Q_z\beta = 100 \cdot m_{пит} (1 + \beta) \quad (2.3)$$

Із урахуванням вираз набуде вигляду,

$$q = \frac{B k_{пов} v_{Mi} Q}{360} = \frac{B k_{пов} v_{Mi} 100 m_{пит}}{360} (1 + \beta) = \frac{5 B k_{пов} v_{Mi} m_{пит}}{18} (1 + \beta) \quad (2.4)$$

звідки із урахуванням раніше прийнятих припущень

$$m_{з.оч} = \frac{18 q l_i}{5 v_{Mi} (1 + \beta)} \quad (2.5)$$

Після підстановки отримаємо

$$k_B = \frac{m_z}{m_{оч.з}} = \frac{5 m_z}{18 q l_i} v_{Mi} (1 + \beta) \quad (2.6)$$

Встановлено залежність (2.6) коефіцієнта відділення зерна від колосу k_B , який спільно із питомим (віднесеним до одиниці площі) значенням маси цього

зерна m_3 уможливлують комплексно оцінити конструкційно-технологічні і технічні рішення щодо пристрою попереднього обмолоту зерна.

Результати досліджень із моделювання ступеня відділення зерна завдяки розрахунково-експериментальному методу та наведено залежності коефіцієнта відділення зерна k_v від таких чинників: (маса відділеного зерна, швидкість руху комбайна, частка соломи за масою, пропускна здатність, довжина експериментальної ділянки).

2.4 Методика визначення втрат якості насіння пшениці

В процесі досліджень оцінювали такі показники якості насіння пшениці: енергія проростання, схожість, кількість пошкодженого насіння в загальній масі, що впливає на технологічні властивості насіння як сировини до подальшої переробки.

Для визначення енергії проростання і схожості насіння з кожного дослідженого зразка формувалося по 4 проби зі 100 насінин в кожній. Після цього насіння викладалося на 3 шари зволоженого фільтрованого паперу спеціальних посудинах (чаша Коха, Петрі), які поміщалися в темне місце. Енергія проростання визначалася за кількістю схожого насіння через 3 доби від початку пророщування, схожість – через 7 діб. Оцінка схожості і енергії проростання проводилася згідно з ДСТУ 2240-93 [90].

Як ложе для пророщування насіння використовують зволожений пісок або вологий фільтрувальний папір. Папір звожують до повної вологоємності, а надлишку дають стекти. Пісок перед використанням промивають, а потім знезаражують прожарюванням. Його звожують до 60% повної вологоємності, а для крупнонасіневих (бобових) — до 80%. Зволожений пісок розкладають у ростильні (чашки Коха, Петрі, ємності для пророщування насіння), заповнюючи їх ємність на 2/3 висоти [91].

Насіння рівномірно розкладають на підстилці через 0,5—1,5 см, користуючись лічильником – розкладачем, а за сівби вручну – маркером.

Насіння, висіяне на піщану підстилку, вдавлюють трамбовкою врівень з піском. У кожную ростильню (чашки Коха, Петрі, ємності для пророщування насіння) висівають дві проби насіння (одна для крупно-насінних культур). На етикетці, вкладеній у ростильню, простим олівцем позначають номер проби і дату визначення енергії проростання та схожості [90, 91].

Фаянсові і пластмасові ростильні вкривають склом, а бактеріологічні чашки – кришками і вміщують у термостат, де створюють необхідну температуру, вологість і вентиляцію. Пшеницю, жито, ячмінь, овес, горох, конюшину та багато інших культур пророщують при сталій температурі 20 °С, просо, кукурудзу, гречку, соняшник, буряки та ряд інших культур — при змінних температурах 20—30°С (6 годин при температурі 30°С і 18 годин при 20°С) [90, 91].

За умов визначення енергії проростання враховують лише нормально пророслі та загнилі зерна. Після підрахунку їх вилучають з підстилки, а результати підрахунків записують до робочого бланку.

Після закінчення строку пророщування і проведення усіх підрахунків усі виявлені проростки поділяють за якістю проростання на три групи: а) нормально пророслі; б) непророслі; в) несхожі [126, 121].

До нормально пророслого належить насіння з добре розвинутим корінням (або головним зародковим корінцем), що має здоровий вигляд; добре розвинуте з непошкодженими підсім'ядольним та надсім'ядольним коліном з нормальною верхівковою брунькою; мають дві сім'ядолі у двосім'ядольних; перші листочки, що займають не менше половини довжини колеоптиля — у злакових; проростки з невеликим дефектом [92].

До групи **непророслого насіння** належать: набубнявіле насіння, яке до моменту кінцевих підрахунків схожості не проросло, але має здоровий вигляд і при натиску пінцетом не роздавлюється, і таке насіння багаторічних бобових трав (без плодових оболонок), у яких видавлюються здорові сім'ядолі; тверде насіння, яке до призначеного строку визначення схожості не набрякло і не змінило зовнішнього вигляду [92].

До групи **несхожого насіння** належить: загниле насіння з м'яким розкладеним ендоспермом, потемнілим або загнилим зародком, а також проростки з частково або повністю загнилими корінцями, сім'ядолями, брунечкою, гіпокотилем, епикотилем; ненормально проросле насіння, яке має одне із таких порушень у розвитку ростків; у якого немає зародкових корінців або їх менше установленої норми, або вони короткі, з призупиненим ростом, слабкі, спірально закручені, водянисті; головний зародковий корінець укорочений, має пухлини, зупинився в рості, довгий, ниткоподібний, веретеноподібний, має подовжену тріщину або пошкодження, які порушують провідні тканини, водянистий, роздвоєний, сегментований; колеоптиль пустий, має щілину, коротший за листки, деформований, відсутній; первинні листочки займають менше половини колеоптиля або етіюльовані, подрібнені або поздовж розщеплені, веретеноподібні, водянисті, з призупиненим ростом; брунечка відсутня або загнила; гіпокотиль короткий і потовщений, скручений, зігнутий, водянистий, порушені провідні тканини; епикотиль короткий і потовщений, скручений, з перетяжками, відкритими щілинами, порушеними провідними тканинами; обидві сім'ядолі втрачено більше як на або повністю, ненормально збільшені при вкороченому коліні, слабо розвинута сім'ядоля [92, 93].

За умов визначення енергії проростання і схожості насіння звертають увагу на насіння, уражене плісневими грибами.

Схожість визначають, як середнє арифметичне результатів пророщування чотирьох проб, якщо вони не перевищують допустимі ДСТУ відхилення.

У тому разі, якщо в одному зразку наявні такі відхилення, схожість і енергію проростання визначають за трьома зразками. Якщо два зразки мають відхилення, що перебільшують допустимі, – схожість визначають повторно.

Середнє арифметичне значення кількості пророслих, непророслих і не схожих насінин визначають до десятих частинок процента [90, 91].

Дослідження схожості і енергії проростання також проводилося для насіння пшениці взятого в різних місцях зернозбирального комбайна внаслідок проходження циклу обмолоту. Основна мета цих досліджень – визначити вплив

робочих органів, технологічних операцій і технологічних процесів на показники якості насіння

Наявність ознак пошкодження ядер в результаті впливу того або іншого робочого органа комбайна за наявності тріщин і змінення кольору ядер насіння визначалося таким чином: з дослідного зразка насіння формувалося по 4 проби зі 100 насінин в кожній, з яких встановлювалося наявність тріщин на оболонці, а також зміни кольору і відсоток пошкоджених ядер від загальної кількості насінин в зразку.

Оцінка змінення кольору робилася на основі порівняння кольору дослідного зразка насінини після здійсненої технологічної операції з базовим зразком (що не піддавався впливу робочих органів).

Ступінь механічного пошкодження насіння в результаті дії на нього робочих органів комбайна визначали на основі порівняння кількості пошкодженого насіння до і після дослідження. До пошкоджених відносяться биті і роздавлені насінини, які мають тріщини, подряпини і вибоїни на поверхні і на краях, а також з розплющеними і підбитими носиками. Кількість пошкоджених насінин (C_{∂} , %) визначається за формулою:

$$C_{\partial} = \left(\frac{\sum a_{\partial}}{\sum a_c + \sum a_{\partial}} - \frac{\sum a_{\partial,n}}{\sum a_{c,n} + \sum a_{\partial,n}} \right) 100, \quad (2.7)$$

де $\sum a_{\partial}$ - кількість пошкоджених насінин, г;

$\sum a_c$ - кількість нормальних насінин, г;

$\sum a_{\partial,n}$ - кількість пошкоджених насінин у вихідному матеріалі, г;

$\sum a_{c,n}$ - загальна кількість нормальних насінин у вихідному матеріалі, г.

За результатами досліджень заповнюють відповідні таблиці.

2.5. Результати досліджень із визначення втрат якості насіння пшениці

2.5.1. Дослідження ступеня пошкодження насіння пшениці, відділеної пристроєм попереднього обмолоту зерна

Дослідження ступеня пошкодження насіння пшениці, відділеного пристроєм попереднього обмолоту зерна, проводилось згідно методикою, описаною.

Дослідження проводилось для ЗМС насіння пшениці зі ступенем забруднення сміттєвими домішками 1-2% від загальної маси матеріалу, схожістю насіння без явних ознак механічного пошкодження (97-98%).

Програмою досліджень було передбачено випробування серійної жниварки у порівнянні із спеціально спроектованими та виготовленими удосконаленнями експериментальної жниварки. До удосконалень експериментальної жниварки віднесено: *жниварки* із встановленим бичем під барабаном, *жниварки* із двома додатковими планками на барабані, *жниварки* із 4 додатковими планками на барабані, *жниварки* без планок на барабані.

Із бункера зернозбирального комбайна було взято пробу зерна з метою визначення рівня його пошкодження внаслідок впливу на нього робочих органів на усьому технологічному циклі обмолоту (експериментальна *жниварка*).

Мікропошкодження оцінювали за такими показниками: пошкодження оболонки зерна; пошкодження зародка; ціле насіння.

Середній показник пошкодження оболонки зерна у серійної *жниварки* становив 10,5%, у експериментальної *жниварки* із бичем під барабаном – 9,5, у *жниварки* із двома додатковими планками на барабані – 7,25, *жниварки* із 4 додатковими планками на барабані – 10,25; *жниварки* без планок на барабані – 11,25%. Найвищий рівень пошкодження оболонки зерна встановлено у *жниварки* без планок на барабані – 11,25%. Це викликано тим, що внаслідок відсутності планок на барабані (гладкий барабан) тривалість взаємодії

відділеного від ЗСМ вільного зерна із рухомим шаром маси, що подається, буде більшою. Зерно-соломиста маси буде ковзатися по шару відділеного зерна. Відмітимо, що за відсутності планок на барабані час перебування та товщина шару зерна буде вищою ніж у конструкціях із планками. Це уможливорює багатократний динамічний вплив ЗСМ (коливання товщини шару як ЗСМ так і відділеного зерна) на шар відділеного зерна, що і призводить до збільшення показника пошкодження оболонки зерна. Найменший показник пошкодження оболонки зерна встановлено у *жниварки* із двома додатковими планками на барабані – 7,25%. Значення середнього показника пошкодження оболонки зерна у серійної і експериментальної *жниварки* із 4 додатковими планками на барабані були приблизно однаковими. Результати з визначення показника пошкодження оболонки зерна наведено на (рис.2.8).

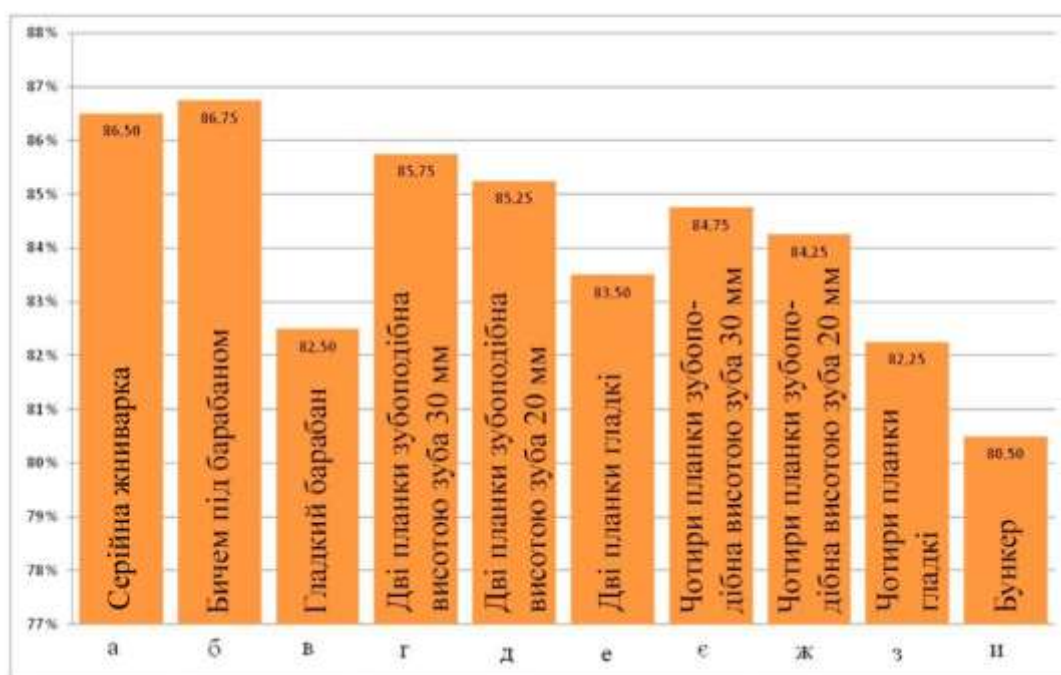


Рисунок 2.8 – Діаграма результатів дослідження на мікропошкодженість насіння пшениці, відділеного пристроєм попереднього обмолоту зерна за умов почергового встановлення експериментальних барабанів.

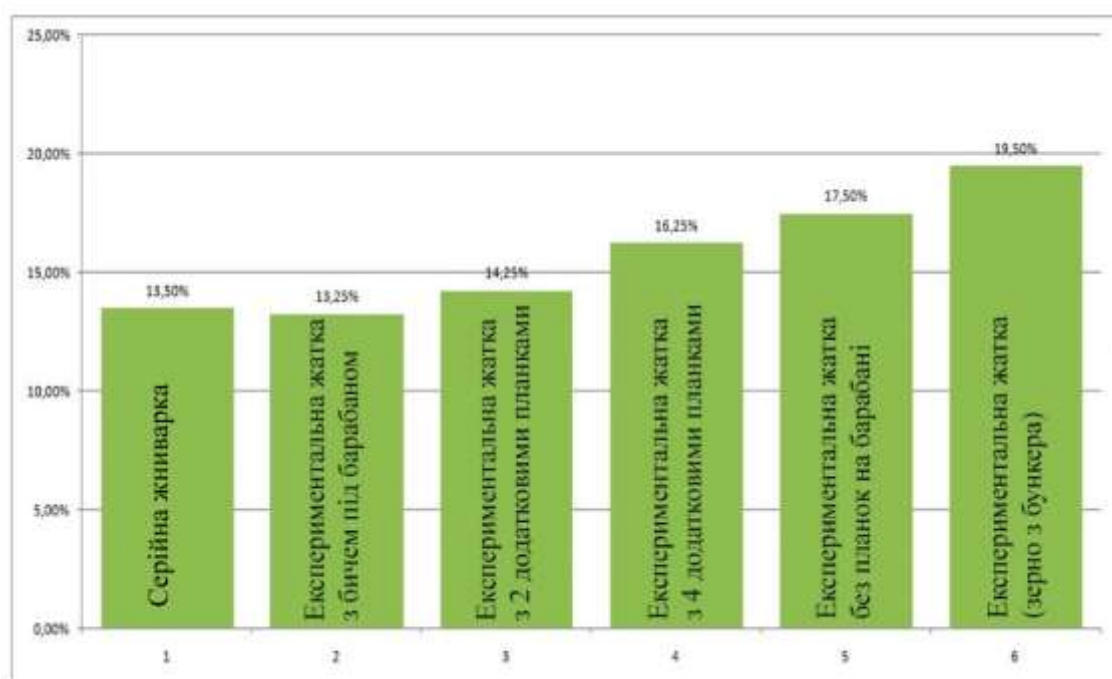


Рисунок 2.9 – Діаграма результатів дослідження на мікропошкодженість насіння пшениці

За середнім показником пошкодження зародка встановлено, що у серійної жниварки (3%) та жниварка із встановленим бичем під барабаном (3,75%) цей показник порівняльний. У жниварка із двома додатковими планками на барабані він становив 7%, жниварка із 4 додатковими планками на барабані – 6, жниварка без планок на барабані – 6,25% відповідно.

Найвищий рівень мікропошкодження (сумарний) зерна встановлено у експериментальної жниварка без планок на барабані – 17,5%, що обумовлено відміченими вище конструкційними особливостями барабана та їх впливу на динаміку процесу транспортування та відділення зерна від колосу. У жниварки із 4 додатковими планками на барабані цей показник становив 16,25%, жниварка із встановленим бичем під барабаном – 13,25, жниварка із двома додатковими планками на барабані – 14,25%. У серійної жниварки цей показник становив 13,5%. Таким чином за результатами досліджень мікропошкодження зерна встановлено, що за показником ціле насіння у жниварки із встановленим бичем під барабаном цей показник становив 86,75%; серійної жниварки – 86,5; жниварка із двома додатковими планками

на барабані – 85,75; *жниварка* із 4 додатковими планками на барабані – 83,75; *жниварка* без планок на барабані 82,5%.

За інтегральним показником мікропошкодження зерно, яке взяте із бункера зернозбирального комбайна мало найвищі показники – 80,5% (пошкодження оболонки – 14%, пошкодження зародка – 5,5%), що на 6,25% гірше ніж у *жниварки* із встановленим бичем під барабаном, на 6% ніж у серійної *жниварки*, на 5,25% ніж у *жниварка* із двома додатковими планками на барабані та на 3,25% ніж у експериментальна *жниварка* із 4 додатковими планками на барабані.

2.5.2. Результати досліджень з визначення енергії проростання і схожості насіння пшениці

Для визначення енергії проростання і схожості насіння з кожного дослідженого зразка формувалося по 4 проби зі 100 насінин в кожній. Після цього насіння викладалося на 3 шари зволоженого фільтрованого паперу спеціальних посудинах (чаша Коха, Петрі), які поміщалися в темне місце. Енергія проростання визначалася за кількістю схожого насіння через 3 доби від початку пророщування, схожість – через 7 діб (рис. 2.10). Оцінка схожості і енергії проростання проводилася згідно з ДСТУ 2240-93 [110, 143].

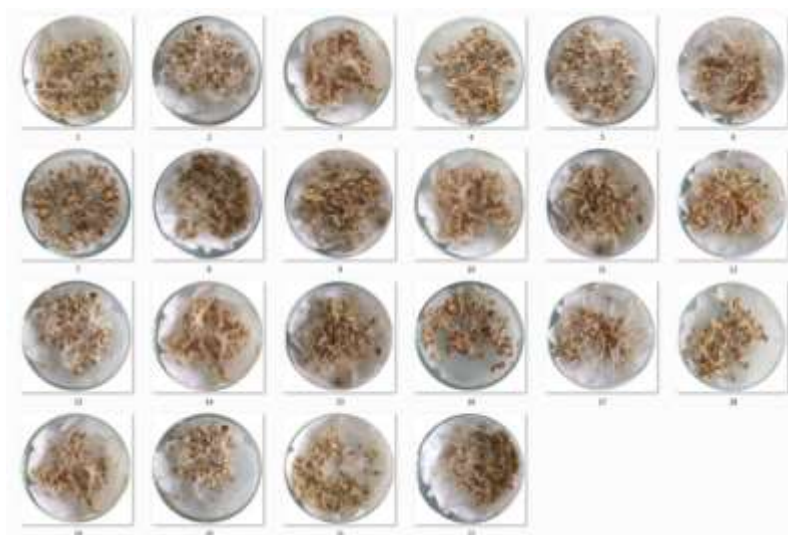
Схожість і енергію проростання визначали у процентах. За результатами аналізу прийняли середньоарифметичне результатів визначення схожості усіх чотирьох проаналізованих проб, так як відхилення результатів кожної із них не перевищує наведених у табл. 2 і табл. 3 значень ДСТУ 2240-93.

Дослідження схожості і енергії проростання також проводилося для насіння пшениці, яке вилучили у різних місцях зернозбирального комбайна після проходження ним усього циклу обмолоту.

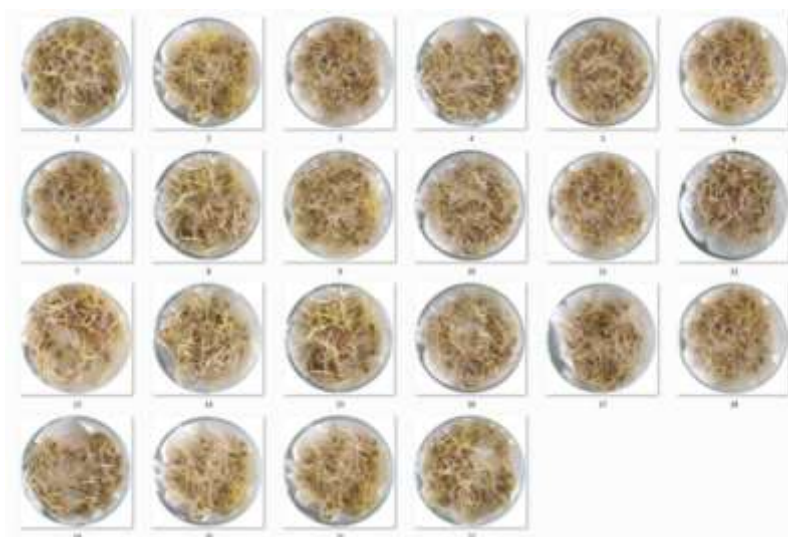
За результатами проведених досліджень встановлено, що середньоарифметичне значення енергії проростання зерна, зібраного серійною жниваркою, а також експериментальних зразків (*жниварка* із бичем під

барабаном, жниварка із гладким барабаном, жниварка із барабаном, що містить дві планки, жниварка із барабаном із чотирма планками) знаходяться в межах 88-98%. Відмітимо, що швидкість руху зернозбирального комбайна суттєво не вплинула на показники якості зерна. Це обумовлено тим, що досліди проводили за умов досить високої врожайності зернових (близько 55 ц/га), а пропускна здатність зернозбирального комбайна складала 8-10кг/с. Відзначимо, що під час дослідження експериментальних зразків жниварки (жниварка із бичем під барабаном, жниварка із гладким барабаном, жниварка із барабаном, що містить дві планки) відбувалося певне погіршення транспортуючої функції похилої камери жниварки викликане тим, що досліди на запланованих високих рівнях швидкостях руху комбайна не було реалізовано, так як збільшення швидкості призводило до утворення маси, яка викидалася із похилої камери і накопичувалася зовні. Внаслідок відміченого механізатор зменшував швидкість пересування комбайна для того, щоб стабілізувати транспортуючу функцію і забезпечити надходження утвореної над камерою маси до похилої камери.

Середньоарифметичне значення енергії проростання у зерна, зібраного серійною жниваркою складало 91-95%, жниварки, яка містить бич під барабаном – 88-96; жниварки із гладким барабаном – 93-96; жниварки, барабан якої містить дві планки – 93-95; чотири планки – 95-98%. Допустимі відхилення значень показників для кожного експерименту, який проводили у чотирьох повторностях, знаходилося в межах інтервалу похибки, визначеної табл. 2 і табл. 3 ДСТУ 2240-93.



а)



б)

Рисунок 2.10 – Дослідження енергії проростання та схожості насіння *а* – 3-й день, *б* – 7-й день.

Середньоарифметичне значення енергії проростання не обмолоченого зерна (із снопа) складало 99%, а зерна із бункера комбайна – 92%. Найбільш високі значення показника енергії проростання зерна зафіксовано у жнивarki, барабан якої містить чотири планки – 95-98%. Встановлено, що внаслідок проходження зерном усього технологічного ланцюга комбайна відбувається зменшення його (зерна) енергії проростання у 1,13 – 1,15 рази.

Значення показників схожості зерна для усіх зразків, що досліджувалися, суттєво не відрізнялися від середньоарифметичних значень показників енергії проростання (рис. 2.11).



Рисунок. 2.11 – Діаграма результатів дослідження на енергію проростання насіння пшениці, відділеного пристроєм попереднього обмолоту зерна за умов почергового встановлення експериментальних барабанів

За результатами проведених досліджень встановлено (рис. 2.11, 2.12): середньоарифметичне значення енергії проростання зерна, зібраного серійною жнивarkою, а також експериментальних зразків (жнивarka із бичем під барабаном, жнивarka із гладким барабаном, жнивarka із барабаном, який містить дві планки, жнивarka із барабаном із чотирма планками) знаходяться в межах 88-98%; середньоарифметичне значення енергії проростання у зерна, зібраного серійною жнивarkою складало 91-95%, жнивarki, яка містить бич під барабаном – 88-96; жнивarki із гладким барабаном – 93-96; жнивarki, барабан якої містить дві планки – 93-95; чотири планки – 95-98%; середньоарифметичне значення енергії проростання не обмолоченого зерна (із снопа) складало 99%, а зерна із бункера комбайна – 92%.

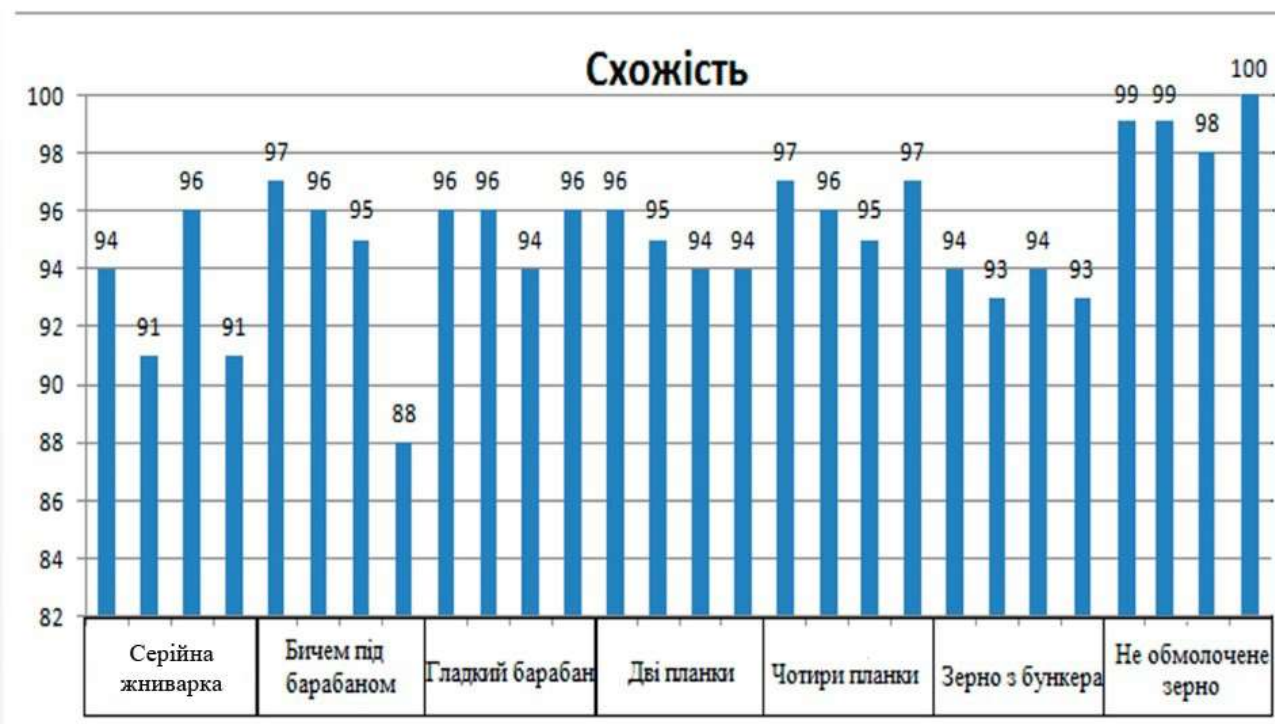


Рисунок 2.12 – Діаграма результатів дослідження на схожість насіння пшениці, відділеного пристроєм попереднього обмолоту зерна за умов почергового встановлення експериментальних барабанів

Найбільш високі значення показника енергії проростання зерна зафіксовано у жатки, барабан якої містить чотири планки – 95-98%.

Встановлено, що значення показника ціле насіння у жниварки із бичем під барабаном складало 86,75%; серійної жниварки – 86,5; жниварка із двома додатковими планками на барабані (зубоподібний профіль, висота зуба 30мм) – 85,75; жниварка із 4 додатковими планками на барабані (зубоподібний профіль, висота зуба 30мм). – 83,75; жниварка без планок на барабані 82,5%.

За інтегральним показником мікропошкодження зерна із бункера зернозбирального комбайна мало найвищі показники – 80,5% (пошкодження оболонки – 14%, пошкодження зародка – 5,5%), що на 6,25% гірше ніж у жниварки з встановленим бичем під барабаном, на 6% ніж у серійної жниварки, на 5,25% ніж у жниварка з двома додатковими планками на барабані (зубоподібний профіль, висота зуба 30мм) та на 4,25% ніж у експериментальної жниварка з 4 додатковими планками на барабані (зубоподібний профіль, висота зуба 30мм).

РОЗДІЛ 3

ОХОРОНА ПРАЦІ

До роботи на комбайнах допускаються особи не молодші 18 років, що мають посвідчення тракториста-машиніста.

Можуть допускатися неповнолітні не молодші 17 років при наявності в них:

- дозволу медичної комісії;
- згоди профспілкового комітету;
- посвідчення тракториста-машиніста.

Тривалість робочого тижня неповнолітніх не повинна перевищувати 36 годин.

Перед початком збиральних робіт комбайнер і члени екіпажу повинні пройти інструктаж по техніці безпеки на робочому місці з оформленням в журналі.

Не можна переодягатися поблизу рухомих механізмів.

Перевірку поля, розбивання його на загінки, проведення прокосів, обкосів проводять тільки в світлий час.

Забороняється встановлювати на комбайні додаткові сидіння.

Не допускається керування комбайном після вживання алкогольних напоїв.

3.1 Моделювання виробничих небезпек під час проведення механізованих робіт

Заходи безпеки при технічному обслуговуванні комбайна.

Перевірка технічного стану і регулюванні основних вузлів.

Перевірити наявність і справність захисних огорожень на ланцюгових, пасових і карданних передачах. При їх відсутності комбайн вважається несправним і працювати на ньому не дозволяється.

Перевіряється кріплення рульової колонки, рульової сошки, повздовжньої і поперечної рулевих тяг, наявність і справність шплінтів. Люфт руля не повинен перевищувати 15°.

Перевіряється справність і надійність кріплення гальм, моста ведучих коліс, затягування гайок дисків і ободів коліс. Забороняється експлуатація комбайна при відсутності навіть одного болта кріплення дисків чи ободів коліс.

Вільний хід педалі гальм, муфти зчеплення повинен бути в межах рекомендованих заводом виготовлювачем.

При накачуванні шин необхідно перевірити тиск і доводити до норм рекомендованих заводською інструкцією.

Для застереження само включення передач проводиться регулювання блокуючого механізму.

Не допускається експлуатація комбайна при підтіканні масел в гідравлічній системі.

Акумуляторні батареї повинні бути надійно закріплені і закриті кришкою, пробки туго затягнуті, клеми покриті тонким шаром технічного вазеліну.

При перевірці рівня і щільності електроліту слід берегтися потрапляння його на одяг і тіло. Якщо це сталося, потрібно негайно його змити водою з милом.

При готуванні електроліту заливають кислоту в воду.

Заправка двигуна водою та паливом.

Відкривати кришку радіатора гарячого двигуна слід в рукавицях і берегтися, щоб паром не опекти лице і руки.

При заправці пускового двигуна бензином слід дотримуватися наступних правил:

- заправку проводити тільки закритим способом;
- місця залиті етиловим бензином обробляти хлорним вапном;
- краплі бензину, що потрапили на шкіру, змивати водою з милом;

Заходи безпеки при обслуговуванні жатки.

Перед виконанням робіт під жаткою необхідно перекрити кран гідроциліндрів підйому жатки і застрахувати її надійними підставками. Не можна використовувати для підставок ящики, цеглу, деталі машини і т.д.

Очищати ріжучий апарат слід спеціальними чистиками.

Заміну ножа проводити при заглушеному моторі.

Запасні сегменти ножів повинні бути зв'язані і зберігатися окремо.

Переносити ножі слід в рукавицях, тримаючи за тильну частину.

Зберігають запасні ножі в дерев'яних чохлах в спеціально відведеному місці. Везити їх на комбайні забороняється.

Під час приєднання корпусу жатки людям не можна знаходитись на похилій камері, а також між камерою і жаткою.

Заходи безпеки при обслуговуванні молотарки.

Перевіряється кріплення бичів і деки, молотильного барабана комбайна, корпусів підшипників барабана, приймального і відбійного бітерів. Молотильний барабан повинен бути відбалансований, бичі барабана і дека міцно затягнуті.

3.2 Організація умов та заходів з охорони праці при проведенні зернозбиральних роботах

Перевірити наявність і справність інструменту і пристосувань, засобів протипожежної безпеки, медаптечки, системи сигналізації, освітлення.

Отримати завдання і маршрут руху комбайна, вивчити рельєф підлягаючого збирання поля, місця розворотів і переїздів.

Впевнитись у відсутності людей на комбайні, подати сигнал, запустити двигун і перевірити роботу всіх механізмів на всіх режимах.

Запускати двигун повинен тільки комбайнер.

Забороняється запускати комбайн буксируванням чи скорочуванням з гірки.

Перед початком руху впевнитись, що це нікому не загрожує дати сигнал і почати рух.

Під час роботи.

Не передавати керування комбайном особам, не закріпленим за даним комбайном.

Не допускати знаходження будь-кого, в тому числі і помічника комбайнера на комбайні під час руху.

Перевіряти і регулювати робочі органи і механізми, надівати і натягувати паси, ланцюги, усувати несправності, проводити мащення, очищати ріжучий інструмент, молотильний барабан, копнувач і т.п. потрібно тільки при заглушеному двигуні. Перед виконанням цих робіт на рульовому колесі вивішують табличку „Не включати! Працюють люди!”

Під час руху комбайна забороняється залишати його без керування.

Забороняється керувати комбайном стоячи.

Постійно стежити за місцями жатки і барабана, де намотується солома.

Очищення проводити спеціальними крючками і обов'язково в рукавицях.

При поворотах і розворотах швидкість руху знижувати до 3-4 км на годину.

При вивантаженні зерна в машину обслуговуючому персоналу не можна сидіти на бортах автомобіля, знаходитись під вивантажуючим шнеком, зерна в бункері не можна проштовхувати руками чи ногами для цього необхідно застосовувати дерев'яні лопати.

При переїзді від комбайна забороняється стояти в кузові під час руху машини. Під час транспортування зерна забороняється знаходження людей в кузові.

Не можна в копицях, на валках, біля і під комбайнами, а також на обочинах польових доріг поблизу працюючих агрегатів. Відпочивати можна тільки на спеціально відведеному місці за межами ділянки, де проводиться збирання урожаю. Місце відпочинку повинно бути відмічено видимими віхами, а при настанні темряви – освітлюватися.

Під час грози роботу комбайна зупиняють.

Після дощу переїжджають через канави, рухаючись вздовж схилів, на поворотах і т.п. слід тільки на першій передачі.

РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

4.1 Вихідні дані для розрахунку

Удосконалений за результатами теоретичних і експериментальних досліджень пристрій попереднього обмолоту зерна жнивarki зернозбирального комбайну впроваджено в конструкції жнивarki до зернозбирального комбайна КЗС 9-1 "Славутич".

Розрахунок економічної ефективності від експлуатації зернозбирального комбайну, жатка якого містила удосконалений пристрій попереднього обмолоту зерна, а також від зміни якості та кількості продукції, було проведено згідно «Методики визначення економічної ефективності нових і модернізованих сільськогосподарських машин».

Розрахунок проведено на фоні порівняння однотипних характеристик базової машини – самохідного зернозбирального комбайну КЗС - 9 - 1 "Славутич" і аналогічного зернозбирального комбайну, жатка якого містила пристрій попереднього обмолоту зерна.

Основними джерелами економічного ефекту є підвищення продуктивності зернозбирального комбайну завдяки збільшенню пропускної здатності (до 26%), зменшення пошкодження і травмування зерна, підвищення якості зерна (за інтегральним показником мікропошкодження на 3,25% у експериментальної жатки із 4 додатковими планками на барабані).

З урахуванням річний економічний ефект від експлуатації нової машини з урахуванням кількості якості продукції (E_p) у гривнях визначають за формолою:

$$E_p = (\Pi_{\sigma} - \Pi_{\kappa}) \cdot B_z + E_{\kappa}$$

Таблиця 4.1 Прямі експлуатаційні витрати при прямому комбайнуванні зернозбиральних комбайнів

Марка комбайну	Амортизація	Зберігання	Паливо	Масло	Ремонт і ТО	Оплата праці	Всього втрат	Інвестиційні вкладення
Зернозбиральний комбайн КЗС-9-1 "Славутич" (базовий)	239010 грн 398,35 грн/га	0,007% 16730,7 27,9 грн/га	7,42 кг/га 8,6л/га 193,5 грн/га	23,2 грн/га	7,64% 182604 304,34 грн/га	13,07 грн/га	960,36 грн/га	176 грн/га
Зернозбиральний комбайн КЗС-9-1 "Славутич" (із пристроєм попереднього обмолоту)	250000 347,22 грн/га	17500 24,31 грн/га	6,8 кг/га 7,9л/га 177,75 грн/га	21,2 4 грн/га	191000 265,28 грн/га	10,89 грн/га	846,69 грн/га	311,1 грн/га

Визначимо економічний ефект, одержаний за рахунок зміни кількості і якості продукції у гривнях :

$$E_{я} = C_{ян} - C_{яб} = \sum_j C_{jn} \cdot V_{jn} - \sum_j C_{jb} \cdot V_{jb}$$

Вартість 1 т пшениці (11384,665 грн/т)

Пшениця 2кл. 5080грн/т із НДС.

Насіння пшениці - 55 грн/кг. 9000грн/т - 7500грн/т.

У загальному обсязі _____ продукції завдяки пристрою попереднього обмолоту зерна інтегрований показник мікропошкодження зерна зменшено на 3,25% пристроєм, барабан якої містив 4 додаткові планки.

Загальний обсяг полученого зерна складає.

$$Q_{яб} = 55 \text{ц} / \text{га} \cdot 600 = 33000 \text{ц} = 3300 \text{т}$$

$$Q_{ян} = 55 \text{ц} / \text{га} \cdot 720 = 3960 \text{т}$$

Вартість продукції (закупівельна ціна 1 т пшениці 2кл. складає 4900 грн/т; вартість 1 т насіння - 7500 грн/т)

$$C_{яб} = 3300 \cdot 4900 = 16170000 \text{грн}$$

$$C_{ян} = 3960 \cdot 0,99 \cdot 4900 + 3960 \cdot 0,01 \cdot 7500 = 19209960 + 297000 = 19506960 \text{грн}$$

Тут прийнято, що 1% обсягу продукції, зібрано новим комбайном, реалізували по ціні насіння - 7500 грн/т, а 99% - по ціні 2 кл. пшениці - 4900 грн/т.

Із розрахунку на 1 га отримуємо:

$$\frac{C_{яб}}{600} = \frac{16170000}{600} = 26950 \text{ грн / га}$$

$$\frac{C_{ян}}{720} = \frac{19506960}{720} = 27903 \text{ грн / га}$$

Таким чином економічний ефект, одержаний за рахунок зміни кількості і якості продукції у гривнях буде визначатися:

$$E_{я} = 27903 - 26950 = 953 \text{ грн / га}$$

Річний економічний ефект від експлуатації нової машини з урахуванням кількості і якості буде визначатися:

$$E_p = [(H_n + KE_{nn}) - (H_{\bar{o}} + KE_{\bar{o}b})] \cdot B_z + E_{я} = \\ [(846,69 + 0,9 \cdot 311,1) - (960,36 + 0,9 \cdot 1,76)] \cdot 720 + 3336696 = 3341865,6 \text{ грн}$$

Таким чином річний економічний ефект 0,334 млн.грн.

Річний прибуток

$$O = (H_{\bar{o}} - H_n) \cdot B_z + E_{я} = (960,36 - 846,69) \cdot 720 + 3336696 = 341853,4 \text{ грн}$$

Річний прибуток 0,342 млн.грн

4.2 Результати розрахунків

Таблиця 4.2 - Ефективність застосування пристрою попереднього обмолоту зерна жниварки зернозбирального комбайна КЗС - 9-1 Славутич".

Показник	Варіанти для порівняння зернозбиральних комбайнів	
	Новий	Базовий
1	2	3
Дата і місце проведення випробувань	2500000	2393100
Продуктивність, га/год За 1 годину зміночного часу За 1 годину експлуатаційного , часу	3,6	3,0 4,58га/год
Заробітна плата, грн/га		
Амортизаційні відрахування на реновацію, грн/га.		
Відрахування на всі види ремонту і ТО, грн/га		
Затрати на ПММ, грн/га		7,42кг/га (8,6 л/га)
Прямі експлуатаційні затрати , грн/га		
Прямі капітальні вкладення, грн/га		
Прямі затрати, грн/га		
Збільшення пропускної здатності , кг/с		
Вартість продукції внаслідок підвищення її якості		
Річний економічний ефект,грн.		
Продуктивність: -за годину від основного часу,га/год -по зерну за годину основного часу кг/с	3,6 198 ц/год	3 165ц/год
річне завантаження, год	200	200
Швидкість руху комбану,км/год	6,0	5,0
Річний обсяг наробітку в одиницях наробітку, га	720	600

Визначимо економічний ефект, одержаний за рахунок зміни кількості і якості продукції у гривнях :

Вартість 1 т пшениці (11384,665 грн/т)

Пшениця 2кл. 5080грн/т із НДС.

Насіння пшениці - 55 грн/кг. 9000грн/т - 7500грн/т.

У загальному обсязі продукції завдяки пристрою попереднього обмолоту зерна інтегрований показник мікропошкодження зерна зменшено на 3,25% пристроєм, барабан якої містив 4 додаткові планки.

Загальний обсяг полученого зерна складає.

Вартість продукції (закупівельна ціна 1 т пшениці 2кл. складає 4900 грн/т; вартість 1 т насіння - 7500 грн/т)

Тут прийнято, що 1% обсягу продукції, зібрано новим комбайном, реалізували по ціні насіння - 7500 грн/т, а 99% - по ціні 2 кл. пшениці - 4900 грн/т.

Із розрахунку на 1 га отримуємо:

Таким чином економічний ефект, одержаний за рахунок зміни кількості і якості продукції у гривнях буде визначатися:

Річний економічний ефект від експлуатації нової машини з урахуванням кількості і якості буде визначатися:

Таким чином річний економічний ефект 0,334 млн.грн або 341853,4*грн*.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Встановлено значення енергії проростання зерна, зібраного серійною жнивваркою, – 91-95%, жнивваркою з встановленим бичем під барабаном – 88-96, жнивваркою з гладким барабаном – 93-96, жнивваркою, барабан якої містить дві 93-95 та чотири планки – 94-97%.

Встановлено, що при проходженні зерном всього технологічного ланцюга комбайна зменшується його (зерна) енергія проростання в 1,13 – 1,15 раз.

За інтегральним показником мікропошкодження зерно з бункера зернозбирального комбайна мало найвищі показники – 80,5%, що на 6,25% менше ніж у жнивварки з встановленим бичем під барабаном, на 6% ніж у серійної жнивварки, на 5,25% ніж у жнивварки з проміжним молотильним барабаном з двома додатковими планками зубоподібного профілю заввишки 30 мм та на 4,25% ніж у жнивварки з проміжним молотильним барабаном з чотирма додатковими планками зубоподібного профілю заввишки 30 мм.

У загальному обсязі продукції завдяки пристрою попереднього обмолоту зерна інтегрований показник мікропошкодження зерна зменшено на 3,25% пристроєм, барабан якої містив 4 додаткові планки.

Річний економічний ефект від експлуатації нової машини з урахуванням кількості і якості зерна 0,334 млн.грн або 341853,42грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Irvin J.O. On a criterion for there jection of outlying observation // *Biometrika*.1925. V. 17. P. 238 – 250.
2. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816с.
3. Вероятность и математическая статистика: энциклопедия / под ред. Ю.В.Прохорова. — М.: Большая российская энциклопедия, 2003. – 912 с.
4. Левин Б.Р. Справочник по надежности. /под ред. Левина Б.Р.: в 3 томах. – М.: Мир, 1969. – Т.1. – . 339 с.
5. Лемешко Б. Ю., Постовалов С. Н. О зависимости предельных распределений статистик X^2 Пирсона и отношения от способа группирования данных // *Заводская лаборатория*. – 1998. – Т. 64.№ 5. – С. 56 – 63.
6. О. А. Materinska (2013) *Ekonomichna efektivnist virobnitstva. Efektivna ekonomika*, 11. Availableat: URL: <http://www.economy.nayka.com.ua>.
7. L. Shpokas, V. Adamchuk, V. Bulgakov, L. Nozdrovicky (2016) The experimental research of combine harvesters. *Agricultural Engineering*, 62, 106-112.
8. Шейченко, В. О. Теорія і розрахунок апаратів для підбирання та обертання : монографія / В. О. Шейченко, Г. А. Хайліс; ННЦ “ІМЕСГ”. – Ніжин: Видавець ПП Лисенко М. М., 2014. – 240с.
9. Патент на корисну модель 100380 Україна, МПК, A01F 12/18 (2006.01). Молотильний барабан зернозбирального комбайна / В. С. Ловеїкін, Ю. В. Човнюк, А. П. Ляшко; заявник і патентовласник Національний університет біоресурсів і природо користування України. – № U2015 00448; заявл. 21.01.2015; опубл. 27.07.2015, Бюл. №7
10. Портнов М. Н. Зерноуборочные комбайны / М. Н. Портнов. М.: Агропромиздат, 1985. – 304 с.
11. Обґрунтування сепаруючої поверхні решіт зернозбиральних комбайнів / [В. О. Шейченко, М. М. Анеляк, М. М. Толстушко, А. Я. Кузьмич, С. О. Кустов] // *Сільськогосподарські машини*. – 2015. - Вип. 33. – С. 151–156.

12. Пустыгин М. А. Исследование и усовершенствование молотильно - сепарирующих устройств зерноуборочных комбайнов / М. А. Пустыгин, В. И. Савин // Труды ВИСХОМ. – 1973. – Вып. 72. – С.3–19.

13. Результати досліджень сучасного зернозбирального комбайна Сампо-Україна 300 / [Д.Г. Войтюк, М.С. Волянський, С.В. Смолінський, Ю.О. Гуменюк, М.Д. Занько]. // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. АПК. – 2014. – Вип. 196.Серія: техніка та енергетика АПК.– С. 66–70.

14. Шейченко, В. А. Исследование микроповреждений и микротравмирования зерна при его уборке зерноуборочными комбайнами / В. А. Шейченко, А. Я. Кузьмич, А. Н. Грицака, М. М. Ковалев // Техника и оборудование для села. – 2016. – №1(223). – С.24 – 28.

15. Кирпа, М. Я. Природа травмування насіння та методи його визначення / М. Я. Кирпа, Н. А. Пащенко, Ю. С. Базілева // Селекція і насінництво: міжвід. темат. наук. зб. / УААН ; Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. – 2009. – Вип. 97. – С. 196–201.

16. Липкович Э. И. Об оптимальном диаметре молотильного барабана // Вопросы механизации с.х. производства: Сб. научн .тр. Зерноград: ВНИИМЭСХ, 1972 - Вып. 15. - С. 91.99.

17. Липкович Э. И. Аналитические основы исследования процесса обмолота и сепарации зерна молотильным аппаратом зерноуборочного комбайна / Э. И. Липкович // Сборник трудов по земледельческой механике – М. : Сельхозгиз, 1971. – Т. XII. – С. 225–236.

18. Шейченко В. А. Исследование микроповреждений и микро травмирования зерна при его уборке зерноуборочными комбайнами / В. А. Шейченко, А. Я. Кузьмич, А. Н. Грицака, М. М. Ковалев // Техника и оборудование для села. – 2016. – №1(223). – С.24-28.

19. Дерев'янюк Д. А. Вплив вологості зерна при обмолоті зернового вороху озимої пшениці на її травмування і насіннєві якості / Техніка галузеве

машинобудування, автоматизація: зб. наук. праць / Кіровоград: КНТУ, 2011. – Вип. 24, ч. 1. – С. 181 – 184.

20. Gregory, J. M. Mathematical relation ship prediction grain separation in combines [Text] / J. M. Gregory // Transactions of the ASAE. 1988. – Vol. 30(6). – P.1600-1604.

21. Строна, И. Г. Травмирование семян и его предупреждение / И. Г. Строна, А. Н. Пугачев. – М.: Колос, 1972. – 159 с.

22. International Seed Testing Association. International Rules for Seed Testing, Edition 2011 / ISTA – Bassersdorf, Switzerland, 2011. – 97 p.

23. Шейченко, В. О. Дослідження обмолоту зерна трибарабанною молотаркою [Текст] / В. О. Шейченко, В. І. Недовесов, О. М. Грицака // Сільськогосподарські машини: зб. наук. праць / Луцький НТУ – Луцьк, 2015. – Випуск 33. – С. 149-155.

24. Ю.Г. Смирнов, А.Р. Барсов, М.В. Кузьмин. Молотильно сепарирующие устройства // Сер. Сельское хозяйство / ВНИИПИ. – М., 1991. – 76 с.

25. Трубилин Е.И. Машины для уборки сельскохозяйственных культур (конструкции, теория и расчет): учеб. пос. / Е.И. Трубилин, В.А. Абликов. – 2 изд. перераб. и доп. – КГАУ. Краснодар, 2010 – 325 с.

26. Finck, Charlene. What gives a combine class? / Farm Journal, 01 – OCT – 03. http://www.accessmylibrary.com/com2/summary - 0286 - 4749169_ITM.

27. Занько Н. Влияние технических параметров молотилки зерноуборочного комбайна с барабанным молотильно - сепарирующим устройством // Конструювання, виробництво та експлуатація с.-г. машин : загальнодерж. наук.-техн. зб. – Кіровоград, 1999. – Вип. 28. – С. 174 – 180.

28. Сисоліна І. П. Напрями удосконалення молотильних апаратів зернозбиральних комбайнів / І. П. Сисоліна // Аграрний вісник Причорномор'я. – 2013. – Вип. 67. – С. 121–129.

29. Ляшко А.П. Обґрунтування параметрів молотильно-сепаруючого пристрою зернозбирального комбайна: дис. канд. техн. наук: 05.05.11 / Ляшко А.П. ; Нац. ун-т. біорес. природовик. – К., 2015. – с. 35-38.

30. Сисолін П. В. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи: підручн. / П. В. Сисолін, Т. І. Рибак, В. М. Сало; за ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2002. – Кн. 2. : Машини для рільництва – С. 83–173.

31. 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.

32. Пустыгин М. А. Теория и технологический расчет молотильных устройств / М.А. Пустыгин. – М.: ОГИЗ СЕЛЬХОЗГИЗ, 1948. – 96 с.

33. Грек А. И. Вопросы обмолота / А. И. Грек. – Владивосток: Дальневосточное книжное издательство, 1970. – 204 с

34. 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.

35. Карпенко А.Н., Халанский В.М. Сельско хозяйственные машины. – М.: Агропромиздат, 1989.

36. Алферов С.А. Воздушно-решетные очистки зерноуборочных комбайнов / С. А. Алферов. – М. : Агропромиздат, 1987. – 159 с.

37. Алферов С.А. Сепарация мелкого зернового вороха на очистке с пространственным решетом / С.А. Алферов, С.М. Барашев, М.И. Эйгер // Труды ЧИМЕСХ, 1970. – Вып. 48. – С. 159-167.

38. Кленин Н.И. Качественные и энергетические показатели молотильного устройства с интенсификацией процесса обмолота и сепарации зерна / Н.И. Кленин, А.И. Гетьманов // Сборник науч. трудов МИИСП, 1973. – Т. 10. – С.105 .

39. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы / Н.И. Кленин, В.А. Сакун. – М. : Колос, 1980. – 671 с.

40. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – 5-е изд. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.