ІНСТИТУТ РОСЛИННИЦТВА ім. В.Я. ЮР'ЄВА
УКРАЇНСЬКОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК

КИРПА МИКОЛА ЯКОВИЧ

УДК 633.15:631.53.01:631.56

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ОБРОБЛЯННЯ І ЗБЕРІГАННЯ НАСІННЯ КУКУРУДЗИ ТА МЕТОДИ ПОЛІПШЕННЯ ЙОГО ЯКОСТЕЙ

06.01.14 – насінництво

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

Харків – 2007

Дисертацією
є рукопис
Робота виконана в Інституті зернового господарства УААН

Науковий консультант: доктор сільськогосподарських наук,
професор, академік УААН
Дзюбецький Борис Володимирович,
Інститут зернового господарства УААН,
заступник директора з наукової роботи

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук,
професор, академік УААН
Шевченко Анатолій Михайлович,
Луганський інститут АПВ УААН,
головний науковий співробітник

доктор сільськогосподарських наук,
професор, академік УААН
Литвиненко Микола Антонович,
Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення УААН,
завідувач лабораторії селекції і насінництва пшениці

доктор сільськогосподарських наук,
професор
Солодюк Наталія Володимирівна,
ННЦ "Інститут землеробства УААН",
головний науковий співробітник відділу селекції і насінництва

Захист відбудеться "_2_" жовтня 2007 р. о "_10_" годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.366.01 в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН за адресою: 61060, м. Харків, пр. Московський, 142; тел. (+38) (057) 392-23-78

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН за адресою: 61060, м. Харків, пр. Московський, 142.

Автореферат розісланий "_31_" _серпня_2007 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради **Петренкова В.П.**

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. У справі поліпшення вітчизняного насінництва кукурудзи виключно важливу роль відіграє стан галузей із обробляння і зберігання насіння, які повинні постійно удосконалюватись і розвиватись на науково-обгрунтованій основі. Проте наукова база основних технологічних операцій із сушіння, очищення, сортування і зберігання залишається без змін вже впродовж тривалого часу, заснована на застарілих ресурсовитратних розробках, не враховує біологічні, фізико-механічні та теплофізичні аспекти створеного нині асортименту гібридів і самозапилених ліній кукурудзи. Тому в системі обробляння і зберігання насіння надзвичайно актуальними є дослідження з вивчення технологій, процесів і методів, які б відповідали новітнім вимогам, забезпечували виробництво високоякісної продукції.

В умовах формування нових організаційно-економічних відносин актуальним є також удосконалення системи обробляння насіння в насінницьких господарствах та дослідних станціях, що дозволить підвищити рівень виробництва високоякісного насіння і знизити енерговитрати на його одержання. Залишається актуальною розробка методів поліпшення посівних якостей і врожайних властивостей гібридів кукурудзи та батьківських форм, налагодження ефективного контролю за їх якістю.

Вирішення вказаних науково-практичних проблем є основним завданням дисертаційної роботи, його виконання сприятиме збільшенню виробництва зерна кукурудзи, підвищенню конкурентоспроможності вітчизняного насіння, зниженню собівартості готової продукції, тощо.

Зв'язок роботи з науковими програмами, **планами, темами.** Дисертаційна робота виконана в рамках науково-технічних програм: цільової комплексної програми ЦКНТП 032.08.02 "Разработать новые технологические процессы послеуборочной обработки семян кукурузы", 1981-1986 рр. (№ держреєстрації 01820080945); галузевої програми "Зерно" (0.51.03), 1986-1990 рр., в т.ч. "Испытать новую технику и разработать схему для модернизации завода по обработке и хранению семян родительских форм гибридов кукурузы сезонной производительностью 500 т" (договір № 4 з ВАСГНІЛ, 1988 р.), "Разработать прогрессивные способы и приёмы послеуборочной обработки, сушки и хранения семян родительских форм гибридов кукурузы для северной зоны кукурузосеяния" (договір № 403 з ВАСГНІЛ, 1989 р.), "Подготовить проект методических рекомендаций по обработке, сушке и хранению родительских форм гибридов кукурузы" (договір № 2096 з ВАСГНІЛ, 1990 р.); програми НТП "Продовольство-95", проекту "Кукурудза", розділу "Розробити для кукурудзообробних заводів мобільні технологічні схеми післязбиральної обробки, сушіння та зберігання насіння гібридів кукурудзи та їх батьківських форм на базі створення та

освоєння нових технологій, машин та устаткування”, 1991- 1995 рр. (держреєстрація А 0100078 3Р); НТП УААН “Зернові та олійні культури”, розділу “Створити проектні параметри нових модульних сушарок універсального призначення, розробити комплекс технологічних процесів післязбирального обробітку і зберігання насіння кукурудзи та інших зернових культур”, 1996-2000 рр. (№ держреєстрації 0197U000096); договорів з Мінсільгоспродом України “Розробка вихідних вимог на нові типи зерносховищ з комплектами обладнання, наукове забезпечення та супровід розробки зерносховищ і комплектів обладнання до них” (№ 1.114/332, додаткова угода № 3 від 8.08.1996 р.) та “Розробити нові та удосконалити існуючі державні стандарти на насіння кукурудзи і методи визначення його якості” (№ 2.69-3Р від 3.01.1997 р.); НТП УААН “Зернові і олійні культури” розділу “Розробити енергозаощаджуючі способи обробки, сушіння, зберігання, а також нові методи оцінки і підвищення якості насіння кукурудзи та інших культур”, 2001-2005 рр. (№ держреєстрації 0101U 002197).

Мета і завдання дослідження. Метою роботи було встановити та теоретично обґрунтувати закономірності оптимізації процесів та формування якості насіння кукурудзи в системах його обробляння і зберігання, розробити на цій основі методи поліпшення посівних і врожайних властивостей насіннєвого матеріалу, а також нові прийоми зниження енерговитрат на його виробництво.

Для досягнення поставленої мети передбачалось вирішення таких основних завдань:

- з’ясувати особливості формування якості насіння, динаміку накопичення в ньому сухої речовини та вологовіддачу в процесі дозрівання кукурудзи, виявити оптимальні строки збирання гібридів і самозапилених ліній;
- визначити техніко-технологічні регламенти післязбиральної обробки гібридів і самозапилених ліній кукурудзи на різній матеріально-технічній базі - механізованих пунктах, лініях, сушарках, кукурудзообробних заводах, встановити їх вплив на посівні якості та врожайні властивості насіння;
- розробити способи сушіння насіння кукурудзи, обґрунтувати нормативи енерговитрат та розрахувати тепловий баланс камерних кукурудзосушарок, виявити ефективні прийоми скорочення витрат палива в них;
- удосконалити технологічні схеми і прийоми сепарування різноякісного насіння, встановити їх вплив на схожість і врожайність кукурудзи;
- визначити дію біотичних і абіотичних факторів, розробити способи та режими тривалого зберігання насіннєвого матеріалу, встановити термін господарської довговічності кукурудзи;
- розробити способи передпосівної підготовки насіння, визначити вплив хімічної обробки та препаратів групи захисту і біостимуляції;

- удосконалити систему оперативного та заключного контролю, створити нові методи визначення якості насіння, встановити корелятивні зв'язки між лабораторною і польовою схожістю;
- випробувати нове обладнання, запропонувати техніко-технологічні схеми модернізації кукурудзообробних заводів та механізованих ліній з урахуванням особливостей обробляння гібридів кукурудзи і їх батьківських форм;
- дати оцінку економічної ефективності обробляння і зберігання насіння кукурудзи при використанні для цього різних, в тому числі нових технологій, методів і технічних засобів.

Об'єкт дослідження – критерії оптимізації технологічних процесів і методів підвищення якості насіння гібридів і самозапилених ліній кукурудзи при його оброблянні і зберіганні.

Предмет дослідження – технології, способи і режими післязбиральної обробки, зберігання та передпосівної підготовки насіння кукурудзи; мінливість його посівних і врожайних властивостей; контроль якості; енергозбереження; машини та обладнання; стандартизація і сертифікація.

Методи дослідження – лабораторні (вивчення комплексу фізико-механічних властивостей і посівних якостей насіння), польові (визначення схожості, особливостей росту і розвитку рослин, їх продуктивності і врожайності), експериментально-виробничі (встановлення техніко-експлуатаційних і технологічних показників на окремих операціях післязбиральної обробки, зберігання і підготовки насіння до посіву), математично-статистичні (оцінка достовірності експериментальних даних, теоретичні розрахунки з використанням інформаційних і комп'ютерних технологій).

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше науково обґрунтовано прийоми оптимізації технологічних процесів та нові методи поліпшення посівних якостей і врожайних властивостей насіння кукурудзи в різних системах його обробляння і зберігання.

Виявлені основні причини, які знижують якість насіння при збиранні і обробці кукурудзи (механічне і теплове травмування зернівки, низькотемпературне ушкодження зародку, патогенна дія мікрофлори, домішок самообрушеного зерна). Для зменшення їх негативного впливу визначено допустимий термін збирання і збиральну вологість зерна, способи і режими сушіння, очищення, сортування і передпосівної підготовки насіння, які підвищують його якість і вихід в процесі обробки.

З'ясовані закономірності вологовіддачі зернівки різних типів кукурудзи в процесі дозрівання, визначена інтенсивність вологовіддачі, залежно від погодно-кліматичних умов, фаз стиглості та генетичних особливостей окремих гібридів, що дає можливість розрахувати їх строки збирання і

збиральну вологість. Вперше з'ясовані особливості термічного сушіння зерна зубовидного і кременистого типів, встановлено зв'язок вологовіддачі із фізико-механічними властивостями зернівки. Конкретизовано режими сушіння та максимально допустиму температуру теплоносія для гібридів і самозапилених ліній кукурудзи, в тому числі із підвищеною вологістю зерна.

Регламентовано вперше параметри процесу сепарування залежно від різноякісності насіння, встановлено зв'язок між агрокліматичними умовами вирощування та крупністю зернівки. Термін крупності запропоновано визначати, виходячи із співвідношення фракцій, в першу чергу різних за розміром (шириною) зернівки, тісно пов'язаної зі схожістю.

Розширене наукове поняття стійкості насіння в процесі його зберігання залежно від біологічних і технологічних факторів, виділені основні біотичні і абіотичні чинники, які значно подовжують термін збереження гібридів і самозапилених ліній кукурудзи, їх господарську довговічність.

Доведена ефективність нових методів визначення якості насіння для його оперативного і заключного контролю при обробляннні і зберіганні кукурудзи (сила росту і холодне пророщування, показники травмування і теплової тріщинуватості), які значно підвищують рівень оцінки посівної придатності насіннєвого матеріалу.

Обгрунтовано нові напрямки енергозбереження і механізації процесів післязбиральної обробки кукурудзи, уперше наведено розрахунок теплового балансу нових кукурудзосушарок та нормативів енерговитрат, намічені ефективні способи із скороченням витрат палива (двостадійне сушіння, попереднє підсушування качанів і максимально допустимі температури нагріву насіння, повторне використання тепла, альтернативні види палива).

Удосконалені технічні засоби для обробляння насіння кукурудзи, розроблено проект нової двокамерної сушарки і механізованої лінії. Розроблено новий спосіб інтенсифікації і оптимізації сушіння в камерних кукурудзосушарках (а. с. № 1224520).

Практичне значення одержаних результатів. В результаті проведених досліджень розроблено та випробувано нові технології, методи та технічні засоби з поліпшення стану насінництва кукурудзи, які мають практичне значення і ефективність, а саме:

- технологію підготовки високоякісного насіннєвого матеріалу гібридів кукурудзи та їх батьківських форм, що забезпечує підвищення виходу кондиційного насіння на 5-8 %;
- енергозберігаючу технологію сушіння насіння кукурудзи, за якої енерговитрати знижуються на 20-29 %;
- способи і режими зберігання насіння, в тому числі довготривалого, які сприяють подовженню терміну зберігання страхових і перехідних фондів подовжується в 1,5-2 рази;

- механізовану лінію і кукурудзосушарку для обробки і сушіння насіння кукурудзи в господарствах потужністю 200 т (зниження втрат зерна).

В результаті досліджень підготовлено низку методичних рекомендацій з вдосконалення процесів післязбиральної і передпосівної обробки насіння кукурудзи, а саме: обробки, сушіння і зберігання насіння гібридів і ліній кукурудзи в ланках первинного і промислового насінництва; модернізації типових пунктів, механізованих ліній, спеціалізованих кукурудзообробних заводів потужністю 200, 500 (1000) т насіння; скороченню втрат зерна кукурудзи в процесі збирання і післязбиральної обробки.

Усі нові розробки та методичні рекомендації впроваджені в мережі дослідних станцій, господарств та кукурудзообробних заводів, які займаються підготовкою насіння гібридів кукурудзи та їх батьківських форм.

За співавторством дисертанта розроблено державні та галузеві стандарти (ДСТУ 4138-2002, ДСТУ 4525:2006, ОСТ 1070-88), на базі яких ведеться сертифікація насіння кукурудзи та технологічні процеси його виробництва. Він є співавтором 2 гібридів – Подільський 274 СВ та МТІ, занесених до Державного реєстру сортів рослин на 2007 р., та 4 переданих на державне випробовування – Шполянський 347 СВ, Орільський 357 СВ, Почаївський 190 МВ, Яровець 243 МВ.

Результати досліджень увійшли в науково-обгрунтовані системи ведення сільського господарства в Степу України (Київ, 2004) та в Дніпропетровській області (Дніпропетровськ, 2005).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота виконана і написана особисто автором на базі лабораторних, польових і експериментально-виробничих дослідів. Здобувачем визначено напрямки досліджень, розроблені програми і схеми дослідів, проведено аналіз і узагальнення отриманих результатів, здійснена їх математична обробка, сформульовані основні положення та висновки, запропоновані рекомендації щодо їх використання. Особистий внесок автора у винаходах і створених стандартах складає 20-60 %. Більшість наукових праць написано автором особисто, у науково-практичних і методичних рекомендаціях доля автора – 30-100 %.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи і результати досліджень висвітлено, обговорено та одержано схвальну оцінку на міжнародних науково-практичних конференціях в Україні "Технічний прогрес у сільськогосподарському виробництві" (Національний науковий центр "ІМЕСГ", Глеваха, 2000 р.); "Хлібопродукти – 2000, 2002, 2005, 2006" (Одеська національна академія харчових технологій, Одеса); "Проблеми збільшення виробництва кукурудзи" (Інститут зернового господарства, Дніпропетровськ, 2003 р.); "Зернова індустрія – 2004 – 2006" (Київ, НК "Експоцентр України"); "Методи, шляхи та способи поліпшення

якості продукції рослинництва" (Полтавська державна аграрна академія, Полтава, 2004 р.); "Стан і перспективи розвитку переробної галузі АПК" (Таврійська державна агротехнічна академія, Мелітополь – Кирилівка, 2005 р.); "Генетичні ресурси для адаптивного рослинництва: мобілізація, інвентаризація, збереження, використання" (Львів – Оброшино, 2005 р.); "Енергозберігаючі технології переробки сільськогосподарської продукції" (Кримський агротехнологічний університет, Сімферополь, 2005 р.); та на міжнародних науково-практичних конференціях за межами України: "Зерновая индустрия в XXI веке" (Международная промышленная академия, Москва, 2000 г.); "Земледельческая механика в растениеводстве" (Всероссийский институт механизации, Москва, 2001 г.); "Современные энергосберегающие тепловые технологии" (Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина, Москва, 2002 г.); "Хранение зерна – 2003" (Международная промышленная академия, Москва, 2003 г.); а також на засіданнях технічних комітетів із стандартизації № 41 "Зернові культури та продукти їх переробки" (Київський інститут хлібопродуктів, Київ, 2000-2006 рр.); № 110 "Насіння сільськогосподарських культур" (Селекційно-генетичний інститут, Одеса, 2001-2006 рр.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 72 наукові роботи, у т.ч.: 2 у наукових виданнях – книгах; 50 в наукових журналах, збірниках, що затверджені ВАК як фахові, з них 30 написано без співавторів; 18 – матеріали конференцій, рекомендації. Одержано 1 авторське свідоцтво на спосіб сушіння сільськогосподарської сировини, розроблені 3 чинних стандарти, з них 2 державних національних (ДСТУ), 1 – галузевий (ОСТ).

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота викладена на 410 сторінках загального машинописного тексту, в тому числі основного тексту – 322 сторінки. Містить вступ, десять розділів, висновки і пропозиції, список використаних літературних джерел, додатки. У роботі наведено 142 таблиці, 22 рисунки, 24 додатки, список використаної літератури включає 536 джерел, у т.ч. 62 – латиницею.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Стан та перспективи розвитку системи обробляння і зберігання насіння кукурудзи (огляд наукової літератури)

Охарактеризовано стан виробництва зерна кукурудзи, значення і місце в ньому післязбиральної обробки, зберігання і підготовки насіння до посіву, зроблено аналіз проведених досліджень з питань впливу окремих технологічних процесів на якість насіннєвого матеріалу, розглянуто методи поліпшення його посівних якостей і врожайних властивостей. Подана оцінка технологій та матеріально-технічної бази з обробки насіння кукурудзи в

різних системах - господарствах і на спеціальних кукурудзообробних заводах, наведені енерговитрати в разі збирання і сушіння вологої кукурудзи. Поданий вітчизняний та зарубіжний досвід з особливостей післязбиральної обробки і зберігання насіння батьківських форм гібридів кукурудзи.

На необхідність збільшення виробництва кукурудзи, у тому числі за рахунок нових науково-обгрунтованих технологій післязбиральної обробки і підготовки високоякісного насіння наголошено в роботах В.С. Цикова, Б.В. Дзюбецького, В.М. Соколова, Л.В. Козубенка, В.С. Сотченка та інших.

Проблемі розробки способів та режимів сушіння і сепарування насіння, як найбільш важливих технологічних операцій, в післязбиральній обробці кукурудзи присвячені фундаментальні дослідження А.М. Репіна, О.І. Науменка, В.С. Уколова, М.Г. Голіка, В.І. Анискіна, Л.Г. Чижикова, О.Н. Зюліна, Г.М. Станкевича та інших.

Методи поліпшення посівних якостей і врожайних властивостей насіння та природа його різноякісності розкриті у роботах М.М. Кулєшова, І.Г. Строни, М.О. Кіндрука, М.М. Макрушина, М.М. Гаврилюка, В.Г. Діндорого, М.К. Їжика, О.І. Калюжного та інших.

Прийоми енергозбереження в технологіях сушіння та удосконалення зерносушарок висвітлені в працях В.І. Алейнікова, В.І. Атаназевича, Б.І. Котова, Ю.В. Єсакова, М.В. Остапчука, А.В. Авдєєва та інших.

Аналіз огляду літератури дозволив виділити найбільш перспективні напрями подальшого розвитку систем обробляння та зберігання насіння кукурудзи шляхом оптимізації технологічних процесів та розробки нових методів поліпшення якості насіннєвого матеріалу, а також встановити ряд невирішених проблем, особливо, в частині вивчення впливу окремих технологічних процесів на посівні і врожайні властивості насіння, виявлення нових ефективних прийомів енергозбереження і методів оцінки якості з урахуванням особливостей гібридів кукурудзи та їх батьківських форм, а також сучасних організаційно-економічних засад виробництва кукурудзи.

Умови, матеріал та методика проведення досліджень

Дослідження проводили в Інституті зернового господарства УААН та в мережі його дослідних станцій (Синельниківська, Жеребківська, Розівська), в дослідному господарстві “Дніпро”, а також в насінницьких господарствах і на кукурудзообробних заводах Дніпропетровської, Одеської, Тернопільської, Полтавської, Запорізької областей в 1985-2006 рр.

В Інституті зернового господарства виконували комплекс лабораторних і польових досліджень, пов’язаних із вивченням фізико-механічних, посівних і врожайних властивостей насіння. В лабораторних дослідах визначали чистоту, масу, крупність, вологість, травмованість, ураження мікрофлорою, енергію проростання і схожість насіння за методами ГОСТ, які діяли на той

час, та чинним ДСТУ 4138-2002. У польових дослідах визначали польову схожість, ріст і розвиток рослин, врожайність гібридів і самозапилених ліній кукурудзи, динаміку вологовіддачі та накопичення сухої речовини зерна, досліди здійснювали згідно загальноприйнятих методичних рекомендацій (Д.С. Фільов, В.С. Циков, В.І. Золотов, 1980). Вивчали також способи зберігання та вплив біотичних і абіотичних факторів, пов'язаних із підготовкою насіння до зберігання. Для цього насіння відбирали із вологістю 8-15 %, обробляли протруйниками, мікроелементами, рістрегулюючими речовинами, пакували в різну тару (папір, поліетилен, поліпропілен). Насіння, підготовлене таким чином, зберігали при заданій температурі 3-10 ^{o}C у клімокамерах та при фактичній температурі, що складалась у насіннєсховищі. Тривалість зберігання становила від 4-6 місяців до 5-6 і більше років залежно від призначення насіннєвого матеріалу.

На дослідних станціях здійснювали експериментальну частину роботи, яка включала напрацювання способів і регламентів сушіння, очищення, сортування, калібрування різних гібридів кукурудзи та батьківських форм залежно від біологічних і фізико-механічних особливостей їх насіння. Випробовували також нове обладнання – механізовані лінії, сушарки, молотарки, зерносепаратори, контрольно-вимірювальні прилади.

На кукурудзообробних заводах вивчали способи енергозбереженння та інтенсифікації тепло-масообміну в процесі сушіння кукурудзи, визначали витрати палива, електроенергії і продуктивність сушарок, обраховувалась інтенсивність вологовипаровування. Виробничу перевірку нових технологічних процесів і методів виконували у господарствах наведених вище областей.

Досліди вели з гібридами кукурудзи різних груп стиглості, переважно середньоранньої, середньостиглої та середньопізньостиглої, внесених до Реєстру сортів рослин України, а також їх батьківськими формами – самозапиленими лініями та простими гібридами. У роки досліджень складались різні погодно-кліматичні умови, що дозволило встановити природу формування посівних якостей і врожайних властивостей насіння кукурудзи, виділити при цьому дію різних технологічних чинників на стадіях його обробляння та зберігання.

Статистичну обробку експериментальних даних проводили методом дисперсійного аналізу (Б.А. Доспєхов, 1985) за допомогою персонального комп'ютера з використанням програмного забезпечення, розробленого в Інституті зернового господарства УААН.

Теоретичне обґрунтування чинників якості насіння кукурудзи та прийомів енергозбереження

Проблема підвищення рівня підготовки насіння кукурудзи в системах обробляння значним чином залежить від вирішення двох її найбільш важливих складових частин - розробки і впровадження нових методів поліпшення посівних і врожайних якостей насіння та застосування для цього оптимізованих технологічних прийомів на основі урахування біологічних особливостей гібридів і їх батьківських форм а також раціональних економічно виправданих енерговитрат. Тому для рішення поставлених завдань необхідно перш за все було визначити і теоретично обґрунтувати чинники якості та споживання енергії у процесах післязбиральної обробки кукурудзи.

Шляхом аналізу багаторічних даних, одержаних в Придніпровському регіоні, визначені основні чинники якості насіння, до яких належали агрокліматичні, техніко-технологічні і антропогенні фактори.

До агрокліматичних факторів, що діяли незалежно в системах обробляння, відносились погодні умови періоду дозрівання та критично низькі для насіння температури під час його збирання. За тривалий проміжок часу (1978-2005 рр.) критичні температури найчастіше наступали з 2–3 декади жовтня, їх вірогідність складала 53–60 %. Значення критичних температур при цьому були такі: -3 ^{o}, -5-7 ^{o} та -8-9 ^{o}С відповідно для зерна з вологістю 35 і вище; 28–35 і 20–28 %.

З агрокліматичними факторами були тісно пов’язані техніко-технологічні, зокрема, найбільш важливі – стиглість і збиральна вологість зерна. Фізіологічна стиглість і вологість насіння кукурудзи в межах 34-36 % наступала в період з 19 серпня по 9 вересня - у сприятливі за умовами роки (1988-1989, 2000, 2002, 2005) та з 11 вересня по 20 жовтня в несприятливі (1978, 1980, 1987, 1997, 2004). Тобто збирання і обробка кукурудзи із підвищеною допустимою вологістю майже завжди дозволяє уникати негативної дії низьких температур. Максимально можливий за календарем період, без мінусових критичних температур, складав для пізньостиглих форм 30 діб, для середньостиглих і середньоранніх – 43-48 діб.

Ці показники і слугували базовими для оптимізації періоду збирання-обробки та одержання високоякісного насіння, а також визначення сезонного навантаження кукурудзообробних заводів.

Збирання і сушіння кукурудзи в цей період забезпечувало вихід кондиційного насіння гібридів і самозапилених ліній в межах 96-100 % за всі роки дослідження (табл. 1). Крім того насіння було біологічно здоровим, воно мало вищу польову схожість, силу росту, кращі врожайні властивості порівняно з тим, що оброблялось пізніше, хоча і належало до кондиційної групи.

Таблиця 1

Якість насіння гібридів і самозапилених ліній кукурудзи залежно від часу їх обробляння (1996-2004 рр.)

Час обробляння	Вихід насіння, %	Схожість, %		Сила росту		Врожайність зерна, т/га
		лабораторна	польова	повнота сходів, %	маса 100 ростків, г	
Вересень	100	98	88	91	38,1	5,26
Жовтень в т.ч.:						
– I декада	100	98	90	91	38,6	5,37
– II декада	96	96	88	88	35,1	4,89
– III декада	71	93	75	80	26,4	4,01
Листопад	65	92	76	81	25,3	3,24
Грудень	59	92	62	73	16,9	3,13
$НІР_{05}$			2,3-2,7	3,2-3,4	1,4-2,6	0,36-0,48

Проте якість насіння залежала також від комплексу факторів, що супроводжували обробляння і зберігання. До них слід віднести режими сушіння і обмолоту качанів, параметри очищення, сортування і калібрування насіння, способи його зберігання і передпосівної підготовки, які спричинювали у кондиційного насіння значну мінливість посівних якостей і врожайних властивостей (табл. 2). В наших дослідах при сівбі кондиційним насінням схожість при холодному пророщуванні складала 60-99%, польова – 69-94%, дисперсійно доказовий приріст врожаю становив 0,47-0,60 т/га. Отже, шляхом оптимізації техніко-технологічних процесів післязбиральної обробки якість насіння кукурудзи може бути суттєво поліпшена.

Таблиця 2

Мінливість якості кондиційного насіння гібридів кукурудзи в процесі їх обробляння і зберігання (1996-2005 рр.)

Схожість, %					Сила росту		Врожайність, т/га
лабораторна	холодне пророщування		польова		повнота сходів, %	маса ростків, г	
	інтервал	середня	інтервал	середня			
92-100	60-75	71,4	69-83	76,8	82	25,4	4,12
	80-89	85,6	82-92	86,2	90	31,5	4,59
	94-99	96,0	90-94	92,0	93	33,2	4,72
$НІР_{05}$					2,8-3,1	1,3-1,6	0,21-0,29

Обробляння насіння кукурудзи, особливо теплове сушіння, супроводжувалось інтенсивним споживанням енергії, яке залежало від

вологості зерна, температурних режимів його обробки та тепловитрат в сушарці. При сушінні зерна з вологістю 20-38%, температурі повітря 1-15^{o}С і нагріві зерна 35-40^{o}С витрати теплової енергії на випаровування 1 кг вологи складали 5,58-12,49 МДж. Менша кількість палива, спожитого при сушінні, була у тому разі, коли температурна різниця між теплоносієм і навколишнім повітрям не перевищувала 30-36^{o}С. Загалом коливання температури на 1^{o}С в ту чи іншу сторону зміщувало споживання теплової енергії на 0,284 МДж.

Витрата теплової енергії безпосередньо в камерних кукурудзосушарках може бути представлена у вигляді теплового балансу ($Q_{заг}$), включаючи його продуктивні і непродуктивні частини:

$$Q_{заг} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 ,$$ де:

Q_1 – витрати на нагрів качанів; Q_2 – витрати на вологовипаровування; Q_3 – втрати з відпрацьованим теплоносієм; Q_4 – втрати через негерметичність сушарки; Q_5 – втрати від режиму роботи сушарки; Q_6 – втрати у паливному відділенні.

Дослідження показали, що в звичайному режимі експлуатації сушарки, без прийомів її енергозбереження, непродуктивні втрати тепла ($Q_3 + Q_4 + Q_5$) можуть досягати 55–67 %, тобто коефіцієнт корисної дії дорівнює 33–45 %. Найбільші втрати енергії пов’язані з відпрацьованим теплоносієм (38-42 %), негерметичністю сушарок (5-7 %), режимами їх роботи (9-15 %), конструкцією паливного відділення (до 3 %).

Виходячи з наведеного розрахунку теплового балансу можна вважати, що найбільш ефективними прийомами енергозбереження процесу сушіння батьківських форм гібридів в камерних кукурудзосушарках спеціалізованих заводів є зменшення втрат тепла з відпрацьованим теплоносієм (Q_3), підвищення рівня герметизації всіх елементів сушарки (Q_4), зміна режиму роботи з урахуванням специфіки обробки і підвищеної сортової чистоти насіння гібридів та їх батьківських форм (Q_5). За рахунок цих техніко-технологічних прийомів коефіцієнт корисної дії камерної сушарки може збільшитись до 45–55 %.

Оптимізація обробляння та методи поліпшення посівних якостей і врожайних властивостей насіння кукурудзи

Насіння кукурудзи готують на кукурудзообробних заводах різної потужності із застосуванням типових технологій, а також на механізованих лініях, сушарках, універсальних пунктах за індивідуальними технологіями. Накопичений досвід їх функціонування показав, що великі партії насіння гібридів краще отримувати на промисловій основі заводів, а батьківські форми, особливо самозапилені лінії, на спеціальній матеріально-технічній базі. При такому підході вдається повніше оптимізувати технологічні процеси

з урахуванням особливостей насіння, підвищувати його посівні якості і врожайні властивості.

Обробка насіння на спеціалізованих заводах. Дослідження показали, що технологічні процеси післязбиральної обробки в умовах заводів впливали по різному на посівні якості і врожайні властивості насіння гібридів кукурудзи. Найбільш негативно на них позначались обмолот качанів і очищення зерна, польова схожість після яких знижувалась на 6–10 %, врожайність – на 0,27-0,55 т/га порівняно із контролем – качанами після природного сушіння (табл.3).

Таблиця 3

Вплив процесів обробки в умовах кукурудзообробного заводу на схожість і врожайність гібрида Дніпровський 337 МВ (2003-2005 рр.)

Процеси	Схожість, %					Врожайність зерна, т/га			
	лабораторна	польова				2003 р.	2004 р.	2005 р.	середнє
		2003 р.	2004 р.	2005 р.	середнє				
Контроль:									
- качани	96	62	84	91	79	5,08	7,04	7,60	6,57
- самообруш	87	36	56	73	55	3,35	5,40	6,21	4,99
Сушіння:									
- качани	96	70	88	92	83	6,03	7,45	8,50	7,33
- самообруш	90	46	71	78	65	4,12	6,04	6,68	5,61
Обмолот качанів	92	52	78	81	70	4,56	6,52	7,24	6,11
Очищення зерна	92	55	76	82	71	4,53	6,49	7,33	6,11
Сортування:									
-основна фр.	94	66	80	85	77	4,94	7,05	7,73	6,57
- дрібна фр.	90	48	70	76	65	4,22	6,18	6,98	5,79
Протруєння:									
- насіння	94	70	87	90	82	5,56	7,24	8,30	7,03
- самообруш	91	53	75	81	70	4,41	6,47	7,16	6,01
$НІР_{0,5}$		1,6	2,8	3,1		0,31	0,38	0,47	

Основними причинами цього було підвищене травмування, зараженість патогенною мікрофлорою та значна кількість самообрушеного зерна. Загальне травмування насіння складало 42,5–75,8 %, у тому числі зародку 12,2–25,8 %. Інші фактори, практично, доповнювали один одного, зокрема найбільша ураженість виявлена у самообрушеного зерна, вміст якого становив 2–20 % залежно від збиральної вологості і особливостей будови

качанів. Травмованість самообрушеного зерна становила 85,3-86,7 %, у тому числі зародкової частини 30,1-32,5 %, його ураженість грибною та бактеріальною мікрофлорою досягала 95 тис. колоній на 1 г зерна. Грибне ураження спричинювалось, в основному, видами р. Penicillium, Fusarium, Aspergillus, бактеріальне – родом Pseudomonas. Крім низької посівної якості, самообрушене зерно мало ще й незадовільну сортову чистоту, рівень його гібридності становив 60-90 % внаслідок походження з різних качанів – типових та нетипових.

Після інших операцій якість залишалась задовільною, або навіть підвищувалась, як це було внаслідок передпосівного протруєння.

Для усунення відмічених вище негативних проявів та оптимізації процесів обробляння насіння на заводах, вивчали різні технологічні прийоми, а саме: відбір самообрушу в процесі підготовки вологих качанів до обробляння; диференційовані температурні режими сушіння - 35-50 ^{o}C залежно від термостійкості гібридів і самозапилених ліній; допустимий при обмолоті рівень вологості зерна - 8-14 %; оптимальне пофракційне сортування і калібрування на 2-4 посівні фракції; стабілізацію вологості зернової маси при зберіганні впродовж 15-30 діб у разі сушіння і протруєння кукурудзи в потоці. Для здійснення вказаних технологічних прийомів найбільш ефективним виявилось таке обладнання: сортувально-очисна лінія потужністю 10-12 т/год, яка власне забезпечувала підготовку качанів і відділення самообрушу; молотарка з м’яким режимом роботи і мінімальним травмуванням зерна; зерносепаратори із гнучкою схемою сортування і калібрування насіння. Вони впроваджувались при проектуванні, модернізації та експлуатації за нашими рекомендаціями спеціалізованих кукурудзообробних заводів сезонною потужністю 500 (1000) т насіння в ряді областей України із розвиненим насінництвом кукурудзи.

Обробка насіння на лініях і сушарках конструкції Інституту зернового господарства УААН. В результаті проведення досліджень нами рекомендована система обробляння насіння кукурудзи, основою якої була розроблена нами механізована лінія та сушарка. При цьому бралось до уваги, що така система буде слугувати в деякій мірі альтернативою кукурудзообробним заводам, забезпечить підвищення сортової чистоти і зниження травмування насіння, скорочення обсягів транспортування вологої кукурудзи і зменшення енерговитрат на її обробку. Для цього розроблені різні техніко-технологічні схеми обробляння залежно від матеріально-технічного оснащення господарств: повна – з виконанням всіх операцій, аж до пакування готової продукції; скорочена – з операціями підготовки, сушіння і обмолоту качанів та первинного очищення насіння; вибіркова – з проведенням окремих операцій, зокрема сушіння і обмолоту качанів.

Дослідження показали, що при наявності в господарствах зерноочисної техніки скорочена схема буде найбільш економічно вигідною і технологічно ефективною. Згідно з нею всі попередні технологічні операції, пов'язані з обробляннням вологої кукурудзи, виконуються в потоці на механізованій лінії, а заключні, спрямовані на підготовку насіння, з використанням наявної потужності господарства.

До складу лінії входило таке обладнання: комплект машин для підготовки вологих качанів (доочищення, сортування) продуктивністю 4,5–6,2 т/год; камерна кукурудзосушарка місткістю 100-120 т качанів і інтенсивністю вологовипаровування 28,9-39,8 т-% за годину, молотарка з зерносепаратором потужністю 7-9 т/год.

Техніко-економічні та технологічні показники роботи механізованої лінії залежали, насамперед, від вологості зерна і термостійкості насіння кукурудзи (табл. 4). Тривалість сортування качанів та завантаження сушарки становила 8-12 годин, сушіння 48-95 годин, обмолоту і очищення насіння 10-15 годин залежно від стану кукурудзи, що оброблялась. На одній лінії обробляли від 200 до 500 т качанів. Вихід кондиційного насіння складав 40-55 %. Витрати палива знижувались в середньому на 25 %, електроенергії – на 20 %, але дещо збільшувалась тривалість сушіння порівняно з рекомендованими показниками, встановленими для кукурудзообробних заводів.

Механізована лінія та технологія обробки насіння, розроблені за нашими індивідуальними проектами, були впроваджені та пройшли широку виробничу перевірку в багатьох господарствах України, Білорусі, Росії, в результаті чого було підготовлено 23 тис. т високоякісного насіннєвого матеріалу. Особливо ефективним було застосування ліній для підготовки селекційного матеріалу і в сфері первинного насінництва, при обробляннні батьківських форм гібридів з підвищеними вимогами щодо сортової чистоти і посівної якості.

Таблиця 4

Параметри сушіння та якість насіння кукурудзи при обробляннні на механізованій лінії (2003-2006 рр.)

Параметри сушіння					Якість насіння		
воло-гість зерна, %	експо-зиція, год	волого-віддача, % за год	витрата на 1 т-%		травмо-ваність зародку, %	тріщину-ватість, %	схо-жість, %
			паливо, кг	електро-енергія, кВт·год			
36-40	82-95	0,325	1,60	1,18	10,3	28,3	96
31-35	66-80	0,300	1,69	1,20	14,1	30,4	96
26-30	48-64	0,274	1,88	1,34	13,7	34,6	97

Обробка насіння на універсальних пунктах. Для обробляння кукурудзи в господарствах у свій час створювались і серійно виготовлялись за типовими

проектами універсальні пункти К-ОКП-15. Проте, незважаючи на своє комплектне обладнання, пункти у типовому виді виявились неефективними для обробки насіння, призводили до зниження його якості і перевитрат енергії в процесі сушіння. Враховуючи значне поширення таких пунктів в насіннєвих господарствах, нами розроблені способи їх техніко-технологічного удосконалення. Було оптимізовано температурний режим сушіння качанів відповідно до нагріву і вологовіддачі зерна в різних шарах насипу, посилено тепло- і масообмін шляхом відбору самообруші і зміщення вентиляційних каналів у зону інтенсивної вентиляції, підвищена рівномірність сушіння за допомогою циклічної роботи бункерів, що входили до складу пункту. Шляхом впровадження відмічених заходів покращені техніко-економічні показники, скорочена на 47 годин загальна тривалість обробки качанів, підвищена швидкість сушіння зерна на 16,7 %, зменшена витрата палива на 10,3 % порівняно з експлуатацією пункту в типовому режимі без переобладнання.

Техніко-технологічне переоснащення пункту, що виконане на Жеребківській дослідній станції, забезпечило вчасну обробку і підготовку високоякісного насіння гібридів кукурудзи та їх батьківських форм з схожістю 95–100 %, щорічно знижуючи при цьому витрату палива на станції до 10,5 т. За результатами досліджень розроблені також вихідні дані на модернізацію промислових зразків універсальних механізованих пунктів ПМУ–15 (К–ОКП–15).

Оптимізація сушіння насіння кукурудзи та прийоми енергозбереження

У системі післязбиральної обробки кукурудзи найбільш важливе місце займає сушіння, яке значним чином впливає на посівні якості і врожайні властивості насіння та обсяги енергоспоживання. Тому вивченню і удосконаленню підлягали ті заходи, які, на наш погляд, могли бути оптимальними з точки зору підвищення якості і зниження витрат енергії в процесі сушіння. До них належали нові способи сушіння і прийоми інтенсифікації теплового процесу з максимальним використанням енергії теплоносія, а також застосування більш дешевих видів палива, в тому числі органічного.

Двостадійне сушіння в качанах і зерні. Спосіб включав на першій стадії підсушування качанів до вологості 22–24 % в камерних сушарках, на другій – обмолот і досушування зерна в шахтних зерносушарках. Науково-теоретичним обгрунтуванням доцільності способу є введення в технологію швидкого сушіння зерна, що скорочувало тривалість процесу і підвищувало інтенсивність вологовипаровування. В дослідах такий прийом збільшував продуктивність камерної сушарки, зменшував витрату палива, але дещо погіршував якість насіння, особливо його схожість на другій стадії обробки. Причинами цього було нерівномірне підсихання качанів в різних

шарах насипу, травмування механічне і теплове в процесі обмолоту і сушіння зерна різної вологості.

З метою удосконалення цю технологію обробки змінювали, а саме качани підсушували до вологості 18–20 % в умовах реверсування через 6 годин напрямку теплоносія – це підвищувало однорідність підсихання зерна. Обмолот і сушіння зерна виконували за м'якими режимами з урахуванням параметрів обробки відповідно до вологості і якості насіння. В виробничих умовах була одержана економія палива в розмірі 28,8 %, збільшена продуктивність кожної камери в сушарці на 4,4 т-% за год, при повному збереженні посівних і врожайних властивостей насіння.

В іншому варіанті двостадійного сушіння вивчали підсушування качанів в бункері для їх тимчасового зберігання, обладнаного вентиляційною системою. Проте ця схема виявилась менш ефективною, оскільки качани підсихали нерівномірно і виникали труднощі із їх вивантаженням та спрямуванням на досушування. Крім того, підвищувались капітальні витрати на переобладнання бункерів, налагодження єдиної технологічної схеми "сушарка-бункер".

Інтенсифікація сушіння в камерних кукурудзосушарках. Науково-теоретичним обгрунтуванням способу є максимальне підвищення температури нагріву насіння до рівня його гранично допустимої теплостійкості, що значно збільшує швидкість сушіння та знижує питому витрату енергії. В дослідах встановлено, що підвищення температури обов'язково повинно узгоджуватись з терміном односторонньої продувки теплоносієм, оскільки при різній тривалості температурний фактор діє неадекватно. Оптимальний режим інтенсифікації для насіння гібридів кукурудзи включав такі умови: вологість зерна на початку сушіння не повинна перевищувати 30–32 %; максимальне підвищення температури теплоносія становить 55 ^{o}C; зміна продувки камер виконується через кожні 30 хвилин. За таких умов нагрів зерна не перевищував 40–42 ^{o}C, насіння зберігало посівні якості та врожайні властивості. Встановлено також оздоровчий ефект від інтенсивного режиму сушіння – ураженість насіння грибною та бактеріальною мікрофлорою знижувалась в 1,3–1,9 рази порівняно із звичайним сушінням.

Інтенсивне сушіння кукурудзи застосовувалось на кукурудзообробних заводах Дніпропетровської, Одеської і Тернопільської областей, швидкість сушіння зерна підвищувалась на 20–25 %, сумарна витрата енергії знижувалась на 18–24 %. Спосіб інтенсифікації є принципово новим в технології сушіння кукурудзи, на який одержано авт. свід. № 1224520.

Сушіння із повторним використанням теплоносія. Відпрацьований теплоносій на виході із сушарки зберігає досить високий енергетичний потенціал. Це слугувало науково-теоретичним обґрунтуванням повторного

застосування такого теплоносія. Виходячи з цього, нами вивчено різні способи його використання залежно від режимів роботи сушарки.

При роботі сушарки у постійному режимі (без зупинки) включення кожної камери на сушіння впливало на параметри відпрацьованого теплоносія – температура знижувалась на 6–8 ^{o}C, відносна вологість підвищувалась на 16–20 % впродовж 8–10 годин. В середньому температура теплоносія на виході із сушарки становила 31–33 ^{o}C, його відносна вологість – 55–58 %, тобто він був цілком придатним для рециркуляції після закінчення сушіння качанів в одній камері і входження сушарки в постійний режим роботи.

При періодичному режимі умови для рециркуляції складались після проходження перших 27–28 годин сушіння, коли відпрацьований теплоносій досягав температури близько 30 ^{o}C та відносної вологості нижче 60 %.

Для рециркуляції теплоносія за схемою "сушарка – паливно-вентиляційне відділення" розроблено і встановлено додатковий комплект обладнання на кукурудзообробних заводах Синельниківської дослідної станції та дослідного господарства "Дніпро" ІЗГ УААН. Застосування рециркуляції на станції (1991–1993 рр.) та в господарстві (2004 – 2006 рр.) знижувало витрату палива на 20 – 26 % порівняно з типовим сушінням. Ефект одержано за рахунок енергії відпрацьованого теплоносія, який підвищував температуру газоповітряної суміші в змішувальному відділенні топки на 5 – 12 ^{o}C. Після сушіння в режимі рециркуляції зберігались повністю посівні якості та врожайні властивості насіння.

Альтернативні системи сушіння та види палива. До складу системи входила сушарка контейнерного типу і підігрівач-калорифер, які більшою мірою відповідають особливостям сушіння різних гібридів кукурудзи та батьківських форм з їх індивідуальними вимогами щодо теплостійкості і сортової чистоти.

Альтернативна сушарка і калорифер були розроблені та випробувані на Розівській дослідній станції і в дослідному господарстві "Дніпро" Інституту зернового господарства УААН. В якості палива застосовували вугілля і рослинні рештки (стрижні кукурудзи). Для цих видів палива нами розраховані параметри калорифера, його оптимальні площа колосникової решітки (R в м^2) та об'єм паливного простору (V в м^3). Альтернативні види палива порівнювали з традиційними, що широко застосовуються – рідким та газоподібним.

В дослідах встановлено неадекватний ефект від застосування різних систем сушіння та видів палива. Традиційні види забезпечували високу інтенсивність вологовіддачі та зменшене питоме енергоспоживання, але їх вартість була такою, що значно здорожчувало сушіння. Альтернативне паливо дещо погіршувало тепло- масообмінну характеристику сушіння, проте його вартість становила лише 18 – 32 % порівняно з рідким паливом. Спалювання

будь-якого палива в калориферному підігрівачі суттєво не впливало на якість насіння.

Особливості вологовіддачі та способи сушіння насіння кукурудзи з підвищеною вологістю зерна

Необхідність обробляння кукурудзи з підвищеною вологістю зерна часто виникає в зв'язку з ботаніко-біологічними особливостями цієї культури, погодно-кліматичними умовами під час її вирощування та збирання, настанням ранніх приморозків, тощо. При таких обставинах, для того щоб не втратити врожай, необхідно знати вологовіддачу зерна, фази настання його стиглості, застосовувати оптимальні способи і режими сушіння.

Особливості вологовіддачі зерна у процесі дозрівання кукурудзи. Відомо, що вологовіддача кукурудзи пов'язана з фізіологічними, біохімічними та фізико-механічними процесами, які протікають в рослині і зернівці. Нами встановлено зв'язок між інтенсивністю вологовіддачі, групою стиглості, типом зерна, його будовою та окремими періодами дозрівання. У процесі дозрівання вологовіддача досліджуваних гібридів закономірно знижувалась в інтервалі 1,05–0,25 % за добу та становила в середньому 0,70–1,05, 0,58–0,88, 0,35-0,60 і 0,25 – 0,40 % при початковій вологості зерна, відповідно 45, 35, 25 і 20 % залежно від погодних умов і сортових особливостей кукурудзи. За рахунок сприятливих погодних умов і підвищення середньодобової температури повітря на 1,1–2,1 ^{o}C в період дозрівання (серпень – жовтень) швидкість підсихання зерна збільшувалась на 0,04–0,12 % за добу. При температурі нижчій ніж 10 – 12 ^{o}C вологовіддача зерна, практично, призупинялась.

Стосовно групи стиглості гібридів відмічена така закономірність - середньоранні мали нижчу на 2,3-9,3 % вологість зерна в порівнянні з середньостиглими, а у останніх вона була на 2,6-6,1 % меншою ніж у середньопізніх.

У більшості випадків різна вологовіддача гібридів починала проявлятись після проходження ними рівня вологості 30–35 %. Проте в найбільшій мірі сортові особливості виявлялись у фазі повної стиглості при вологості зерна 20–25 % і були пов'язані, насамперед, з фізико-механічними властивостями зернівки. Наприклад, кременистий гібрид Дніпровський 438 ТВ і зубовидний Піонер 3978 МВ підсихали з однаковою швидкістю до вологості зерна 20 %, але в подальшому збиральна вологість першого виявилась вищою на 3,3 %. Навіть в межах зубовидних гібридів встановлена різна вологовіддача залежно від структури зернівки, її щільності, пористості, міцності, а також форми і лінійних розмірів (табл. 5). Зернівка, яка мала щільну будову, втрачала вологу повільніше після проходження нею фази фізіологічної стиглості, внаслідок дії фізичних факторів вологовипаровування.

Таблиця 5

Мінливість вологості та якості насіння гібридів кукурудзи в процесі їх дозрівання (1994 – 1996 рр.)

Гібрид	Воло-гість зерна, %	Волого-віддача, % за добу	Фізико-механічні показники зерна			Схожість насіння, %	
			щіль-ність, г/см^3	порис-тість, %	міц-ність, кгс	лабора-торна	холод-не проро-щуван-ня
Піонер 3978 МВ	53,5	0,78	1,03	20,1	1,06	91	80
	35,5	0,56	1,18	15,1	1,38	97	87
	24,1	0,38	1,18	14,1	1,45	97	86
	20,7	0,31	1,19	14,1	1,45	98	85
Красно-дарський 436 М	58,9	0,88	1,12	16,1	1,13	89	78
	40,4	0,58	1,18	12,1	1,43	92	82
	30,6	0,31	1,20	10,4	1,55	96	85
	27,1	0,28	1,21	9,2	1,57	96	84

Зі зміною вологості і вологовіддачі пов’язана також якість насіння. Встановлено, що високої схожості насіння може досягати вже при збиральній вологості зерна 35–40 %, проте за певних температурних умов та опадів в період його формування і дозрівання. Найвищою схожість була в роки з більшою середньодобовою температурою повітря і прискореною вологовіддачею зерна при одних і тих значеннях збиральної вологості.

Особливості вологовіддачі зерна у процесі сушіння. Характер віддачі вологи зерном кукурудзи в процесі термічного сушіння є важливою техніко-технологічною ознакою від якої залежить якість насіння та рівень енерговитрат. Розрахунки свідчать, що при підвищенні вологовіддачі всього на 0,05 % за годину тривалість сушіння скорочується на 10–12 годин, витрата теплової енергії зменшується на 14–17 %.

В дослідах встановлена різна вологовіддача зубовидних і кременистих гібридів при сушінні качанів та зерна. У процесі сушіння качанів вологовіддача була вищою спочатку у кременистого гібрида Дніпровський 438 ТВ, наприкінці – в зубовидних Піонер 3978 МВ і Краснодарський 436 М. Характер вологовіддачі змінювався після проходження зерном вологості 31–32 % в другій половині сушіння і був пов’язаний з особливостями вологовипаровування качанів та його складових частин – зерна і стрижнів. Загальна тривалість сушіння качанів складала 82 години при початковій вологості зерна 40 % і температурі 38-40 ^{o}C .

У процесі сушіння зерна вологовіддача залежала від типу гібридів, фізико-механічних властивостей зернівки і температури теплоносія. При температурі 40 – 50 ° С швидкість сушіння зерна зубовидного гібрида Піонер 3978 МВ складала 2,06-2,80 % за годину, у кременистого гібрида Дніпровський 438 ТВ – 1,35–2,09 %, маса 1000 зерен цих гібридів дорівнювала, відповідно 233 і 361 г. Проте на вологовіддачу могла впливати не тільки структура, а й крупність зернівки, її розмір. Однак і при сушінні обох гібридів при однакових показниках маси 1000 зерен (311 г), інтенсивність вологовіддачі зубовидного гібрида залишалась все рівно вищою і становила 2,86–3,41 % за годину, при 1,40–2,60 % у кременистого.

Вологовіддача також змінювалась в межах одного ботанічного типу, наприклад, зубовидного, що пов'язувалось з різними фізико-механічними властивостями та гігроскопічністю зернівки. Швидкість сушіння підвищувалась у разі таких ознак: зниження маси 1000 зерен та його крупності, зменшення щільності і міцності зернівки.

Способи сушіння і обробки кукурудзи з підвищеною вологістю зерна. Дослідження показали, що у разі збирання насіння з підвищеною вологістю перш за все необхідно враховувати його знижену термостійкість і механічну міцність. Виходячи з цих передумов, нами розроблені оптимальні температурні режими сушіння гібридів і самозапилених ліній кукурудзи, які належали до різних ботанічних груп (табл. 6). Залежно від конструкції сушарки та способу сушіння режими можуть бути постійними або в стадії підвищення. Останні збільшують інтенсивність вологовипаровування і скорочують енерговитрати на 8 – 17 %.

Таблиця 6

Температурні режими сушіння насіння різних форм кукурудзи з підвищеною вологістю (для камерних сушарок), дані 2001-2004 рр.

Воло-гість зерна, %	Самозапилені лінії				Гібриди			
	зубовидні		кременисті		зубовидні		кременисті	
	температура теплоносія, ° С							
	пос-тійна	режим підви-щення	пос-тійна	режим підви-щення	пос-тійна	режим підви-щення	пос-тійна	режим підви-щення
25–30	42	40 – 45	41	40 – 44	43	42 – 46	42	40 – 45
31–35	41	39 – 44	40	38 – 42	42	40 – 45	40	40 – 44
36–40	39	38 – 42	37	36 – 40	40	39 – 42	38	37 – 41
41–45	37	36 – 40	35	34 – 38	39	37 – 41	37	36 – 40

В процесі сушіння зерна з підвищеною вологістю необхідно також забезпечувати оптимальний об'єм теплоносія, в наших дослідах він складав 800 – 1100 $м^3$ / год на 1 т качанів. При таких об'ємах в сушарці складались умови для інтенсивного тепло-масообміну та не виникало запарювання

качанів. Не бажано також підтримувати температуру теплоносія нижче ніж 35°С – це може створити передумови для розвитку мікроорганізмів і проростання насіння, особливо при недостатніх об'ємах вентиляції.

Способи та режими сепарування насіння кукурудзи

В системі обробляння насіння кукурудзи важливе місце займає комплекс операцій із сепарування, до яких належить очищення, сортування і калібрування зерна. Проводячи їх оптимізацію необхідно перш за все враховувати значну різноманітність насіннєвого матеріалу як об'єкта сепарування, застосувати для цього ефективні способи, режими і технологічні схеми обробляння, нові машини і обладнання.

Ознаки і особливості очищення–сортування різноякісного насіння. Різноякісність насіння кукурудзи, яку доводиться враховувати в технологіях сепарування, обумовлюється, в основному, особливостями гібридів, сортів і самозапилених ліній, а також агрокліматичними умовами їх вирощування. У більшості випадків зерно самозапилених ліній було дрібнішим і легшим порівняно з гібридами, його розміри зменшувались на 8,6 – 22,7 %, маса 1000 зерен на 17,7–31,7 %, аеродинамічність на 11,8–33,3 %. На склад та характеристику посівної групи насіннєвого матеріалу впливали також агрокліматичні умови вирощування (табл. 7). У роки, сприятливі для формування і дозрівання зерна (1996-1997 рр., 1999 р.), отримували насіння з більшою масою 1000 зерен і шириною зернівки.

У процесі очищення основне зерно гібридів і ліній кукурудзи відокремлювали від домішок на решетах з круглими отворами діаметром 5–9 мм. При цьому найбільша частка зерна залишалась на решеті типорозміром 7 мм, за винятком як надто крупнозерних (гібрид Кадр 443 СВ), так і дрібнозерних (лінія П 502 М) форм.

У процесі сортування до основного типорозміру належали решета з круглими отворами діаметром 5,5-8 мм. Виявлена корелятивна залежність між масою 1000 зерен і його шириною, яка дозволяє відбирати на решетах з круглими отворами насіння різної крупності і якості. Найбільш високоякісним було насіння крупного та середнього розмірів, його польова схожість перевищувала дрібне на 9,3–10 %, а врожайність на 0,13–0,45 т/га. Дрібне насіння гібридів та самозапилених ліній кукурудзи одержували з решет 5–5,5 мм, його вміст складав в межах 8–15 %.

Іншими ефективними ознаками сепарування насіння кукурудзи були питома маса і геометрія зернівки. Застосовуючи ці ознаки, в дослідах виділяли додатково ще 4-6% господарсько придатного насіння, підвищували його чистоту.

Таблиця 7

Склад і характеристика посівної групи насіння кукурудзи залежно від агрокліматичних умов вирощування (1993-2001 рр.)

Гібрид, лінія	Рік	Маса 1000 зерен, г	Вихід насіння (%) на решетах з діаметром отворів, мм					
			9,0	8,0	7,0	6,0	5,5	<5,5
Дніпровський 310 МВ	1993	173	0,9	5,1	43,6	28,6	20,2	1,6
	1994	174	-	4,2	37,2	27,1	27,8	3,7
	1995	182	0,2	5,7	40,9	26,3	24,6	2,3
	1996	205	-	3,0	45,4	31,5	19,5	0,6
	1997	218	-	4,0	44,7	29,4	20,6	1,3
	1998	183	0,2	5,4	46,9	23,6	19,9	4,0
	1999	228	0,7	13,5	56,8	15,2	13,3	0,5
	2000	167	-	3,0	40,2	27,6	25,2	4,0
	2001	190	-	5,0	46,0	26,8	19,7	2,5
П 502 М	1994	165	-	0,2	20,2	28,4	47,4	3,8
	1995	175	-	0,3	18,8	30,0	46,8	4,1
	1996	177	-	-	16,5	26,8	55,2	1,5
	1997	184	-	0,7	24,9	30,2	42,2	2,0
	1998	152	-	-	7,8	18,0	64,3	9,9
	1999	181	-	0,4	20,2	30,2	47,2	2,0
	2000	139	-	0,3	8,6	16,2	65,6	9,3
	2001	175		0,2	20,1	32,0	43,4	4,3

Способи сепарування та калібрування насіння. Способи сепарування насіння кукурудзи та число посівних фракцій залежало від їх вирівняності, крупності, чистоти. Вирівняним слід вважати насіння, при сепаруванні якого на двох суміжних решетах залишається не менше 75–80 % зерна. Як показують досліди, таке насіння калібрувати недоцільно, або ж варто скоротити кількість фракцій до 2–4-х. При сепаруванні невирівняного зерна, а також із домішками, кількість фракцій збільшують, які потім обробляють додатково на спеціальних машинах (аспіраторах, трієрах, гравітаційних столах тощо). Але дрібні фракції мають, як правило, низьку якість, що проявляється, насамперед, в польових умовах – схожість насіння знижувалась на 9–13 %, врожайність на 0,41–0,80 т/га порівняно з крупними фракціями та не сепарованим насінням (табл. 8).

Процес калібрування насіння виконували за різними технологічними способами, в тому числі із застосуванням універсальних зерносепараторів відцентрової дії (Р 8–УЦС). Дослідженнями встановлені оптимальні схеми зерносепарації на трьох модулях вібросепараторів, де перший забезпечував режим очищення, другий і третій – режим калібрування з урахуванням

індивідуальних особливостей і крупності насіннєвого матеріалу. Виробнича перевірка схем зерносепарації була проведена на Новомосковському кукурудзообробному заводі (Дніпропетровська обл.), де продуктивність технологічного процесу підвищувалась в 1,8–2,3 рази порівняно з типовою схемою калібрування на плоскорешітних машинних, а чистота і вирівняність насіння суттєво покращувалась.

Таблиця 8

Схожість і врожайність насіння гібрида Дніпровський 310 МВ залежно від способів його сепарування та числа посівних фракцій (2000-2003 рр.)

Сепарування насіння		Схожість насіння, %		Врожайність зерна, т/га
спосіб	фракція	лабораторна	польова	
Насіння не сепароване		96	78	4,59
Калібрування	1	97	82	4,92
	2	98	82	4,98
	3	96	81	4,70
	4	95	72	4,18
Обробляння на пневмостолах	1	98	83	4,95
	2	98	85	5,01
	3	96	82	4,98
	4	95	78	4,50
$НІР_{05}$			3,2-3,7	0,24-0,28

Зберігання насіння кукурудзи та його господарська довговічність

Кукурудза відноситься до мезобіотиків, тобто до тих культур, що мають середній рівень біологічної довговічності. Але її господарська довговічність коливається значним чином під впливом біотичних і абіотичних факторів у процесі вирощування, збирання, обробки і зберігання врожаю. Шляхом оптимізації цих факторів, можна підвищити господарську довговічність, забезпечити надійне тривале зберігання генетичного і селекційного матеріалу, страхових і перехідних фондів насіння.

Вплив факторів збирання і обробки на довговічність насіння. Серед абіотичних факторів на довговічність впливали насамперед умови вирощування рослин, головним чином, температурний режим і кількість опадів під час вегетації і дозрівання кукурудзи. В роки, коли гідротермічний коефіцієнт не перевищував 0,8, а сума активних температур становила понад 2800^{o}С, формувалось насіння з підвищеною біологічною стійкістю до тривалого зберігання.

На стадіях збирання і обробки фактор довговічності посилювався за рахунок режимів сушіння, очищення, калібрування, сортування. Для одержання стійкого насіння слід було застосовувати сушіння в режимі

вентилювання, або ж термічне при температурі теплоносія 36-46^{o}С для гібридів і 34-43^{o}С – для самозапилених ліній. Після таких режимів насіння мало високий ступінь господарської придатності і не знижувало її протягом 3-х років зберігання. Так, польова схожість гібриду Дніпровський 310 МВ становила 85-87 %, врожайність – 6,01-6,27 т/га, а лінії П 502 М, відповідно, 69-73 % і 1,81-2,08 т/га. Ефективність термічного сушіння особливо зростала у тому випадку, коли насіння вирощували в умовах дефіциту активних температур, збирали і обробляли із підвищеною вологістю. Також стійкість насіння посилювалась коли від нього відбирали зерно самообрушене, травмоване, уражене мікрофлорою, тобто таке, що характеризувалось високою кислотністю і інтенсивністю дихання при зберіганні.

Оптимальні режими сепарування помітно підвищували господарську довговічність насіння. До них належало калібрування зерна за розміром (крупністю) на решетних сепараторах, сортування за ознакою питомої маси на гравітаційних столах. Більшість гібридів і самозапилених ліній кукурудзи, що мали ширину зернівки не менше 7-8 мм і питому масу не нижче 1,25 г/см^{3}, зберігались впродовж 3-5 років без суттєвого погіршення посівних якостей і врожайних властивостей. У дрібніших та легковагових фракцій протягом цього ж періоду підвищувалось кислотне число (на 1,23-2,87 мг КОН на 1 г жиру), зменшувався вміст вільних цукрів (на 0,3-0,5 % до сухої речовини), знижувалась польова схожість (на 3-18 %) та врожайність (на 0,39-0,82 т/га). Зниження схожості в дослідах супроводжувалось аномаліями проростання насіння, часто не з’являвсь головний зародковий корінець, паростки були слаборозвиненими.

Способи та режими тривалого зберігання. Відомо, що тривалість зберігання насіння сільськогосподарських культур значно залежить від вологості зерна, температури зовнішнього середовища та доступу кисню, але не встановлений поєднаний вплив цих факторів на господарську довговічність кукурудзи, мінливість посівних якостей і врожайних властивостей насіннєвого матеріалу.

Поєднання вологості та способу пакування, як такого, що забезпечувало різний доступ кисню, в найбільшій мірі впливало на схожість насіння (табл. 9). Насіння, яке знаходилось в герметичних умовах (поліетилен) та при низькій вологості, зберігало схожість на господарсько придатному рівні впродовж 6-ти років, а при звичайних умовах (папір) це тривало лише 3 роки.

Ефект герметичного пакування досягався за рахунок стабільного стану насіння, призупинення в ньому процесів сорбції і десорбції водяних парів. Максимальне підвищення вологості насіння у різні пори року складало у поліетиленовій упаковці 0,7-0,8 %, у паперовій – 5,4-6,1 %. У зимово-весняний періоди вологість у паперовій упаковці досягала 16-16,5 %, тобто

перевищувала критично допустимий рівень та призводила до посиленого розвитку мікроорганізмів, старіння насіння, втрати ним схожості.

Таблиця 9

Вплив пакування та вихідної вологості зерна на схожість насіння кукурудзи впродовж 6-ти річного зберігання (2001-2006 рр.)

Пакування	Воло-гість, %	Лабораторна, %, роки					Польова, %, роки				
		2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
Папір (стандарт)	9	95	92	73	60	40	88	80	68	43	17
	13	92	92	70	51	28	85	81	63	40	15
	15	90	84	63	30	12	81	63	32	8	-
Поліети-лен	9	98	98	96	95	95	93	90	90	85	86
	13	96	95	92	85	70	90	86	85	70	65
	15	85	61	33	0	0	60	34	5	-	-

Ефективним було також поєднання вологості з низькою температурою зерна при зберіганні. При температурі 3-10^{o}С насіння залишалось господарсько придатним протягом 5-6 років, його польова схожість була вищою на 7-15 %, врожайність – на 0,6-1,3 т/га порівняно із зберіганням при температурі насіннєсховища. В межах вказаного температурного режиму найкращі посівні якості і врожайні властивості насіння кукурудзи забезпечила температура 3-5^{o}С, особливо, якщо вона поєднувалась з вологістю зерна 9-10 %.

Вплив хімічної обробки на посівні і врожайні властивості насіння. Хімічна обробка є ефективним заходом, який, залежно від свого виконання і препаратів, надійно захищає насіння від хвороб і шкідників, посилює або регулює ростові процеси, однак його дія у процесі зберігання вивчена недостатньо.

Дослідженнями встановлений неадекватний вплив хімічної обробки залежно від режимів і строків її проведення та тривалості зберігання насіння. Протруєння і зберігання насіння гібрида Дніпровський 337 МВ впродовж 6-ти років у обробленому стані підвищувало польову схожість на 6-8 %, врожайність на 0,21-0,63 т/га порівняно з тим, що зберігалось і висівалось необробленим. Але лабораторна схожість протруєного насіння знижувалась, починаючи з 2-3 років зберігання. Різні додаткові операції з обробленим насінням (змив протруйника, повторна обробка свіжим препаратом) користі не приносили, насіння все ж знижувало схожість і врожайність. Тому найбільший ефект від хімічної обробки отримували тоді, коли її виконували безпосередньо перед сівбою, а насіння до цього зберігали в необробленому стані. При такому підході залишалась високою лабораторна схожість, польова ж підвищувалась на 12-17 %, врожайність зростала на 0,52-0,95 т/га порівняно з необробленим насінням.

На якість насіння крім протруйників впливали також інші речовини-мікроелементи (цинк, марганець, залізо), стимулятори і регулятори росту (тріман, марс, фумаран), бактеріальні препарати, які можуть застосовуватись окремо та у комплексі. Дослідження показали, що їх дія залежить від ряду факторів, таких як фізіологічний стан і крупність насіння, його життєздатність, умови періоду сівба-сходи. Найбільшу позитивну дію одержували при обробці насіння дрібних фракцій, травмованого із ушкодженням ендосперму чи мікротравмами зародку - його лабораторна схожість підвищувалась на 2-4 %, польова – на 4-15 %. Насіння зібране після заморозків і ушкоджене критичними температурами та з надто низькою схожістю, макротравмами зародку на обробку різними речовинами, практично, не реагувало. Найбільшу користь від мікроелементів і рістрегулюючих речовин отримували в польових умовах тоді, коли їх поєднували із протруйниками (табл. 10).

Таблиця 10

Вплив хімічної обробки на польову схожість, передзбиральну густоту та врожайність гібридів кукурудзи (2003-2005 рр.)

Гібрид	Варіант*	Схо-жість, %	Число рослин, тис/га	Врожайність зерна	
				т/га	± до кон-тролю
Кадр 267 МВ	Контроль	81	43,1	4,86	–
	Обробка 1	85	44,6	5,24	+0,38
	Обробка 2	87	44,2	5,18	+0,32
	Обробка 3	80	43,4	5,06	+0,20
	$НІР_{05}$	2,1-2,7	0,8-1,1	0,25-0,28	
Дніпровський 337 МВ	Контроль	68	35,9	5,17	–
	Обробка 1	83	40,1	6,63	+1,46
	Обробка 2	81	40,7	6,46	+1,29
	Обробка 3	74	37,6	5,77	+0,60
	$НІР_{05}$	2,7-3,3	1,7-2,3	0,31-0,34	
Кадр 443 СВ	Контроль	75	33,4	7,10	–
	Обробка 1	84	34,6	7,58	+0,48
	Обробка 2	82	35,1	7,59	+0,49
	Обробка 3	77	33,4	7,26	+0,16
	$НІР_{05}$	2,0-2,3	0,9-1,3	0,41-0,46	

* Контроль – без обробки, обробка 1 – вітавакс 200 ФФ в дозі 3 л/т + тріман + міком, 2 – те ж, доза протруйника 2,25 л/т, 3 – доза протруйника 1,5 л/т.

Комплекс різних речовин у цьому разі забезпечував кращий захист насіння, посилював ріст і розвиток рослин, врожайність зерна гібридів кукурудзи підвищувалась на 1,38-1,46 т/га порівняно із сівбою необробленим насінням.

При комплексному застосуванні речовин можливе зменшення дози протруйника на 20-25 % від рекомендованої норми. Виявлена також особлива сортова реакції окремих гібридів на хімічну обробку насіння, зокрема, вона була найбільш позитивною у гібрида Дніпровський 337 МВ.

Таким чином, за рахунок оптимізації різних факторів в період збирання-обробки можна підвищувати господарську довговічність насіння кукурудзи з 2-3 років до 5-6 і більше років залежно від початкової життєздатності насіннєвого матеріалу. Застосування оптимальних режимів зберігання та хімічної передпосівної обробки комплексом речовин (протруйник, мікроелементи, стимулятори) подовжувало довговічність і посівну придатність насіння.

Методи контролю якості насіння в технологіях післязбиральної обробки кукурудзи

Якість насіння кукурудзи, підготовленого до сівби, контролюється за чинними методами ДСТУ 4138, розробленими і за нашої участі. Але на стадіях збирання і обробки їх необхідно доповнювати іншими методами, пов'язаними із біологічними і фізіологічними особливостями зерна цієї культури та регламентами технологічних процесів.

Визначення вологості зерна. Дослідження показали, що чинні методи малопридатні для визначення вологості зерна із качанів. За їх умовами важко провести обмолот і відділити зернівки від стрижня, а також повністю відібрати вологу у процесі сушіння. Результативність і точність методів особливо погіршувалась, коли аналізували качани з підвищеною вологістю та зерном кременистого типу.

Новий метод визначення вологості полягав у тому, що зерно для аналізу відбирали з середньої частини качанів, а час попереднього підсушування збільшували до 40-60 хвилин залежно від стану і типу зернівки. Зразки для аналізу (качани, зерно) у разі необхідності зберігали в поліетиленовій упаковці при температурі 2-3^{o}С, допустимий термін складав 8-10 діб. Удосконалений таким чином метод забезпечував найбільш точне визначення вологості зерна, скорочував тривалість аналізу в 1,5-2 рази, дозволяв зберігати деякий час вологі зразки, порівняно із чинними методами. Метод одержав позитивну оцінку і застосовується у системі дослідних станцій ІЗГ УААН, в господарствах і насіннєвих інспекціях у процесі збирання і сушіння вологої кукурудзи.

Визначення теплової тріщинуватості насіння. Тріщинуватість, яка нерідко з'являється у зернівці кукурудзи, є наслідком її швидкої вологовіддачі, різкого нагріву чи охолодження. У зв'язку з цим вона може певною мірою характеризувати температурний режим сушіння та слугувати важливим додатковим показником якості насіння.

Дослідженнями виявлено здебільшого негативний вплив тріщинуватості на якість насіння. У діапазоні тріщинуватості 28-70 % погіршувались фізико-механічні властивості – знижувалась міцність зернівки на 4-26 %, травмованість складала 34-82 %, кількість битого зерна зростала до 1,2-7,5 %. У діапазоні 50-80 % зазнавали змін посівні якості і врожайні властивості – польова схожість насіння знижувалась на 10-28 %, врожайність – на 0,29-1,3 т/га порівняно з цілим неушкодженим насінням

Дослідження показали, що більшість партій насіння кукурудзи, призначеного для сівби, має теплову тріщинуватість в межах 20-60 %, при цьому менший її рівень був у зубовидних гібридів та ліній кукурудзи, більший - у кременистих. Залежно від шкодочинності і схожості визначені такі градації тріщинуватості: до 28-30 % - допустимі в технологіях обробки насіння; 32-45 % - призводять до зниження схожості; 50-60 % - до її істотного погіршення; 70-80 % - майже повної втрати схожості.

Градації теплової тріщинуватості застосовано для оцінки якості більш як 1200 різних сортозразків гібридів і самозапилених ліній кукурудзи. За рахунок цього одержана повна характеристика технологій їх обробки, скоректовані і оптимізовані температурні режими сушіння вологого зерна.

Визначення схожості та посівної придатності насіння. Дослідженнями встановлена різна схожість насіння гібридів і самозапилених ліній кукурудзи залежно від методів її визначення. За чинними методами (ДСТУ 4138-2002) схожість становила 92-98 %, при визначенні сили росту – 84-95 %, холодному пророщуванні – 63-88 %. Польова схожість у найбільшій мірі наближалась до показників холодного пророщування, рівень кореляції між ними складав r=0,81 для гібридів і r=0,72 – для самозапилених ліній.

Зв’язок схожості і врожайності насіння був більш складним і залежав від погодно-кліматичних умов впродовж всього періоду вегетації, сортових ознак і якості насіння. Врожайність гібрида Дніпровський 337 МВ від одного й того ж насіння коливалась в межах 3,0-6,92 т/га при вирощуванні в 2001-2003 рр. В умовах одного року кореляція була чіткішою, врожайність збільшувалась при висіві насіння з кращою схожістю – на 7,2-12,0 % в 2001 році, 24,4-26,8 % – в 2002 р., 13,2-17,1 % – в 2003 р. Найбільшою вона була тоді, коли схожість насіння перевищувала 96 %, а його енергія проростання - 92 %. Із врахуванням отриманих результатів розроблена методика оцінки посівної придатності насіння за комплексом таких показників: схожість насіння, у тому числі при холодному пророщуванні; енергія проростання; кількість сильних ростків; травмування зародку і тріщинуватість зернівки.

Економічна ефективність оптимізованих технологій обробляння і зберігання насіння кукурудзи в насінництві та створенні нових гібридів

На основі проведених досліджень розроблені заходи оптимізації технологій післязбиральної обробки і зберігання насіння кукурудзи в

промисловому насінництві та створенні нових гібридів. Здійснена порівняльна оцінка ефективності різних рекомендованих і типових техніко-технологічних процесів обробляння і зберігання насіння та методів контролю його якості, виявлені резерви економного використання енергетичних, матеріальних і трудових ресурсів. При типовій технології післязбиральної обробки і зберігання насіння кукурудзи основні витрати припадають на процес сушіння вологих качанів (90,4 % палива, 52,8 % електроенергії, 16,7 % праці). З усіх техніко-економічних показників, пов'язаних із сушінням, найважливішими були вихід кондиційного насіння та витрата палива.

Ефективність оптимізації у промисловому насінництві. Як свідчать розрахунки, найбільший ефект у промисловому насінництві кукурудзи забезпечувала рекомендована технологія, яка включала оптимізовані процеси обробляння і зберігання насіння та методи контролю за його якістю. При цьому дещо підвищувались виробничі витрати і споживання сукупної енергії, але це компенсувалось одержанням насіння із високими посівними якостями і врожайними властивостями, зростанням врожаю. Завдяки випереджаючому росту урожайності, чистий прибуток від обробленого за технологією насіння становив 308,0-416,3 грн/га, рентабельність виробництва товарного зерна кукурудзи зростала на 16,5-19,5 %. Ефективними були також прийоми енергозаощадження, які знижували витрату палива на 18-25 % при повному збереженні посівних і врожайних властивостей насіння. Вони базуються на рекомендованих техніко-технологічних елементах (двостадійне сушіння, інтенсивні ступінчаті режими, повторне використання тепла, альтернативні види палива). Економія енергії від них складала в перерахунку на 1 тонно-процент вологи – 23,36 МДж, на 1 т насіння – 1460 МДж.

Створення та оцінка гібридів кукурудзи на придатність до їх обробляння. Концепція оптимізації процесів обробляння і зберігання насіння кукурудзи реалізована у селекційній роботі на стадіях створення нових гібридів шляхом їх технологічної оцінки. Придатність до обробляння і зберігання насіння характеризували такі показники, як форма і структура качанів, маса 1000 зерен, швидкість вологовіддачі зерном, вирівняність і вихід кондиційного насіння, його травмованість, схожість, сила росту. Виходячи з них були скореговані регламенти сушіння, очищення, калібрування і зберігання насіння таких нових гібридів кукурудзи, створених за нашою участю: Почаївський 190 МВ, Яровець 243 МВ, Подільський 274 СВ, Шполянський 347 СВ, Орільський 357 СВ та МТІ.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та нове вирішення наукової проблеми в галузях насінництва кукурудзи, яка характеризується необхідністю поліпшення якості насіння та раціонального використання енергоресурсів, що вирішена на критеріях оптимізації технологічних процесів обробляння і зберігання з урахуванням мінливості посівних якостей і врожайних властивостей гібридів кукурудзи та їх батьківських форм, науково-обґрунтованих витрат енергії та способів визначення якості посівного матеріалу і в результаті чого створені нові оптимізовані технології, методи, стандарти, гібриди, що мають високий ступінь впровадження у зерновиробництво, насінництво, стандартизацію і сертифікацію кукурудзи.

1. Визначені і теоретично обґрунтовані техніко-технологічні, агрокліматичні та антропогенні чинники якості насіння кукурудзи, а також фактори енергоспоживання в різних системах обробляння. Найбільш оптимальним з точки зору збереження якості і зниження енерговитрат виявився період обробляння, який розпочинався при вологості зерна 34-36 %, тривав 30 діб для пізньостиглих форм і 40-48 діб – для середньо- і ранньостиглих, обмежувався настанням критично низьких температур, наприклад, другою декадою жовтня у Придніпровському регіоні. Обробка кукурудзи в цей період забезпечувала вихід кондиційного насіння на рівні 96-100 % та з високими показниками сили росту і схожості.

2. Встановлено, що у процесі обробляння і зберігання насіння кукурудзи споживається 45-51 % сукупної енергії, з неї теплової на сушіння припадає 82-90 %. Питома витрата енергії на випаровування 1 кг вологи з качанів становила 5,58-12,49 МДж, її можна зменшувати за рахунок обробляння при вищій температурі повітря або сушіння при оптимально допустимій температурі теплоносія, а також скорочення на 19 % непродуктивних витрат палива у тепловому балансі камерних кукурудзосушарок. При зміненні температури теплоносія або ж повітря на $1^{o}C$ витрата енергії адекватно змінювалась в ту чи іншу сторону на 0,284 МДж.

3. Ефективність різних систем обробляння насіння залежала від його категорії та ланки насінництва. У первинному насінництві при оброблянні батьківських форм гібридів кукурудзи високу техніко-технологічну ефективність досягнуто при використанні механізованих ліній з сушарками конструкції Інституту зернового господарства, на яких застосовували індивідуальний режим обробки і отримували насіння з високою сортовою чистотою, кращими посівними якостями і врожайними властивостями. У промисловому насінництві при оброблянні гібридів більш ефективними були спеціалізовані заводи потужністю 500(1000) т з повним циклом обробки насіння.

4. Виявлені нові методи поліпшення посівних якостей і врожайних властивостей насіння кукурудзи в процесі його обробляння. До них належали відбір самообрушеного зерна на стадії підготовки качанів, оптимізовані режими сушіння, зниження травмування насіння на стадіях обмолоту і очищення. Особливу увагу слід звертати на травмованість, яка в ході промислової обробки досягала 75,8-86,7 %. Найбільш шкодочинними були макротравми зародку та ендосперму, що спричиняли зниження польової схожості на 15-20 %, врожайності – на 1,47-1,61 т/га порівняно із насінням цілим, неушкодженим.

5. Термічне (теплове) сушіння має проводитися при режимах, диференційованих за показниками теплостійкості насіння різних форм кукурудзи. Зубовидні гібриди, як більш теплостійкі, витримували вищу температуру і могли висушуватись до нижчої вологості порівняно з кременистими гібридами і самозапиленими лініями. З числа різних температурних режимів перевагу мали ступінчаті з поступовим підвищенням нагріву зерна, оскільки вони зберігали високу якість насіння і знижували енерговитрати на 8-17 %.

6. У разі підвищеної збиральної вологості та наступного сушіння посівні якості і врожайні властивості насіння можна повністю зберегти за рахунок особливих режимів – нагрів зерна зменшувати до 35-38^{o}С, а об’єм теплоносія збільшувати до 800-1100 м^{3}/год на 1 т качанів. Таким чином вдається зберігати умови посиленого тепло-масообміну в сушарці та виключати будь-яке ураження вологого зерна термофільною мікрофлорою.

7. Вологовіддача зерна різних за ботанічними типами гібридів кукурудзи має різноплановий характер як на стадіях їх дозрівання, так і в процесі термічного сушіння. При дозріванні темпи вологовіддачі зубовидних гібридів перевищували кременисті при досягненні ними фізіологічної стиглості і вологості зерна 20-25 %. У процесі сушіння качанів вологовіддача зубовидних гібридів була вищою на 10,5-15,5 %, зерна – на 15,1-34,5 % порівняно із кременистими. Посилення вологовіддачі спричинювалось рядом фізико-механічних і фізіологічних показників - виповненістю, твердістю, розміром, формою зернівки та біометрією качанів.

8. Визначальний вплив на енергетику сушіння, як найбільш енергоємної операції, мали такі техніко-технологічні прийоми: двостадійна обробка кукурудзи в качанах і зерні; інтенсифікація процесу сушіння у режимі максимально допустимих температур; повторне використання тепла; застосування альтернативних видів палива і нових сушарок. Вибір конкретного прийому бажано проводити з урахуванням сортової (генетичної) теплостійкості насіння, його стиглості і вологості та конструкції зерносушарки.

9. Застосування відмічених прийомів енергозбереження знижувало витрату сумарної енергії на 18-29 %, підвищувало швидкість сушіння і продуктивність камерних кукурудзосушарок, позитивно впливало на посівні якості і врожайні властивості насіння. Крім того одержували додатковий ефект у вигляді термічного знезараження зерна під впливом інтенсивного режиму сушіння, подовження періоду експлуатації і збалансованого навантаження різних сушарок внаслідок двостадійної технології обробляння кукурудзи, скорочення споживання традиційного палива і переходу на органічне.

10. Основною технологічною ознакою в процесі сепарування насіння гібридів і самозапилених ліній кукурудзи слугував показник “ширина зернівки”. Виходячи з неї при очищенні слід застосовувати решета типорозміром Ǿ 5-9 мм, при сортуванні - Ǿ 5,5-8 мм. Насіння, що виділяється на решетах Ǿ 5-5,5 мм, відноситься, як правило, до неповноцінного, з низькими посівними якостями і врожайними властивостями.

11. Калібрування кукурудзи може мати гнучку технологічну схему в залежності від вирівняності, крупності і якості насіння. При вирівняності 75-80% і вище (сума сходів зерна з двох суміжних решет) значимість калібрування втрачається, або ж число фракцій скорочується до 2. При нижчій вирівняності число фракцій збільшують і обробляють їх додатково з метою покращання однорідності насіннєвого матеріалу.

12. Господарська довговічність насіння кукурудзи спричинювалась комплексом біотичних, абіотичних і антропогенних факторів, що складаються на стадіях збирання, обробляння і зберігання. Зокрема при оброблянні довговічність посилювалась внаслідок сушіння в режимах вентилювання, або помірних температур, відбирання від насіння травмованого самообрушеного зерна та дрібних легковагових фракцій. При зберіганні довговічність підвищувалась при більш низькій вологості зерна і температурі середовища, застосуванні герметичного пакування. При поєднанні всіх чинників довговічності, насіння залишається придатним до сівби впродовж 5-6 років, а окремих гібридів до 12 років.

13. Хімічна обробка неадекватно впливає на схожість насіння кукурудзи у процесі його тривалого зберігання. З метою максимального збереження схожості, протруєння слід виконувати безпосередньо перед сівбою, від цього польова схожість підвищувалась на 12-17 %, врожайність – на 0,52-0,95 т/га порівняно з необробленим насінням. Для посилення захисної дії і стимуляції ростових процесів до препаратів слід додавати мікроелементи і рістрегулюючі речовини.

14. Налагодження оперативного і заключного контролю за якістю насіння включає чинні (стандартизовані) та додаткові методи визначення різних показників. Визначення додатково за новими методиками вологості, теплової

тріщинуватості, механічної травмованості, сили росту і схожості при холодному пророщуванні підвищувало об'єктивність і точність оцінки якості насіння, забезпечувало відбір партій з кращими посівними якостями і врожайними властивостями.

15. Підвищення рівня насінництва кукурудзи, зокрема в системах обробляння і зберігання насіннєвого матеріалу, неможливе без подальшого удосконалення і розробки нової матеріально-технічної бази. До засобів із високими техніко-експлуатаційними і технологічними показниками відносились механізована лінія і сушарка конструкції ІЗГ, молотарка зі змінним м'яким режимом обмолоту, універсальний вібросепаратор, система енергозбереження для камерних сушарок, комплект реєстрації температури теплоносія. Застосування відміченого обладнання знижувало травмованість насіння і підвищувало його вихід на 5-6 %, зменшувало енерговитрати, забезпечувало контроль за технологічними процесами.

16. Оптимізовані процеси та методи поліпшення посівних якостей і врожайних властивостей насіння кукурудзи підвищували рентабельність виробництва товарного зерна на 16,5-19,5 %. Енергозберігаючі прийоми знижували витрату теплової енергії в середньому на 1460 МДж на кожній тонні обробленого насіння. Створені стандарти ДСТУ забезпечували сертифікацію насіннєвого матеріалу, сприяли підвищенню та стабілізації виробництва зерна кукурудзи в різних регіонах України. Технологічна оцінка нових гібридів кукурудзи вже у процесі їх створення за оптимізованими показниками підвищувала придатність насіння до промислового виробництва на стадіях вирощування, обробляння і зберігання.

ПРОПОЗИЦІЇ ДЛЯ УСТАНОВ ТА ВИРОБНИЦТВА

1. Науково-дослідним установам:

- при проведенні науково-дослідних робіт і розробці нових проектів з насінництва та селекції кукурудзи враховувати мінливість посівних якостей і врожайних властивостей насіння у процесі його збирання, обробляння і зберігання, брати до уваги, що окремі форми (генотипи) можуть мати різну теплостійкість, травмованість, тріщинуватість, лінійну характеристику зернівки, що в кінцевому підсумку впливає на їх посівну придатність, господарську довговічність і конкурентоспроможність;
- при вивченні нових прийомів енергозбереження та сушіння кукурудзи опиратись на розрахований нами тепловий баланс камерних кукурудзосушарок, а також методику визначення витрат палива залежно від вологовипаровування і вмісту сухої речовини в зерні.

2. Проектним і дослідно-конструкторським установам:

- вихідні дані та техніко-технологічні схеми лінії механізованої для обробки батьківських форм гібридів кукурудзи потужністю 200 т насіння, робочий проект двокамерної кукурудзосушарки місткістю 120 т качанів;

- вихідні дані та техніко-технологічні схеми модернізації спеціалізованого заводу для обробки гібридів кукурудзи потужністю 500(1000) т насіння;

- результати експериментальних випробовувань нового обладнання – молотарки, зерносепаратора, системи енергозбереження для сушарок, приладів для реєстрації температурного режиму.

3. Господарствам і кукурудзообробних заводам:

- збирання насіннєвої кукурудзи розпочинати з допустимою вологістю зерна 34-36 %;

- технологію обробляння насіння, яка включає: сушіння при диференційованих температурах 37-50^{o}С залежно від вологості зерна зі зниженням на 2-4^{o}С для кременистих форм і самозапилених ліній; очищення від дрібного неповноцінного насіння вмістом 8-15 %; сортування і калібрування на 2-4 фракції залежно від вирівняності зерна; передпосівну хімічну обробку комплексом речовин із інсектофунгіцидів, мікроелементів, рістрегулюючих препаратів;

- технологію тривалого зберігання селекційних фондів при низькій вологості зерна 9-12 %, температурі 5-10^{o}С, у герметичному стані. Страхові і перехідні фонди зберігати при поєднанні низької вологості насіння з його герметичним пакуванням;

- методи оперативного і заключного контролю за якістю насіння. Якість визначати за показниками чинного ДСТУ та додатковими – тепловою тріщинуватістю, механічною травмованістю, вирівняністю, силою росту і кількістю сильних ростків, схожістю при холодному пророщуванні. До найбільш якісного відносити насіння гібридів із схожістю при звичайному пророщуванні не нижче 96 %, при холодному – 85 %, для самозапилених ліній, відповідно – 92 і 75 %.

СПИСОК ОСНОВНИХ ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. *Наукові основи* агропромислового виробництва в зоні Степу України / Редкол.: М.В. Зубець (голова редакційної колегії) та ін. – К.: Аграрна наука, 2004. – 844 с. (80 % авторства у розділах “Зберіганння та переробка зернової продукції”, “Сушіння і зберігання насіння”).
2. *Система ведення* сільського господарства Дніпропетровської області / Редкол.: О.А. Любович, Є.М. Лебідь, В.І. Шемавньов та ін. – Дніпропетровськ, 2005. – 432 с. (80 % авторства в розділі “Прогресивні технології збереження і переробки зернової продукції”).

3. *Кирпа Н.Я.* Двухстадийная сушка семян кукурузы // Селекция и семеноводство кукурузы: Сборник научных трудов Всесоюзного н.-и. института кукурузы. – Днепропетровск, 1986. – С. 174-181.
4. *Кирпа М.Я*. Ефективність різних технологій післязбиральної обробки зерна кукурудзи // Енергозберігаючі технології вирощування зернових культур у Степу України: Збірник наукових праць. – Дніпропетровськ: Пороги. – 1995. – С. 22-27.
5. *Кирпа М.Я*. Стан та способи підвищення якості насіння кукурудзи // Збірник наукових праць УААН. – К.: Аграрна наука, 1999. – С. 117-118.
6. *Кирпа М.Я.* Допосівна хімічна обробка насіння кукурудзи // Бюлетень Інституту зернового господарства. – 2000. – № 12-13. – С. 50-53.
7. *Кирпа М.Я.* Теоретичні аспекти формування якості насіння кукурудзи // Бюлетень Інституту зернового господарства. – 2000. – № 14. – С. 51-56.
8. *Кирпа Н.Я.* Хранение семенного зерна // Хранение и переработка зерна. – 2000. – № 7(13). – С. 37-39.
9. *Кирпа М.Я*. Нові технології та техніка для обробки кукурудзи в господарствах // Хранение и переработка зерна. – 2000. – № 9(15). – С. 32-34.
10. *Кирпа М.Я*. Зберігання насіння кукурудзи та його якість // Вісник Полтавського державного с.-г. інституту. – 2000. – № 5. – С. 5-7.
11. *Кирпа М.Я.* Використання енергії в процесах зберігання і обробки зерна // Хранение и переработка зерна. – 2001. – № 8 (26). – С. 38-41.
12. *Кирпа Н.Я.* Состояние и особенности технологий послеуборочной обработки кукурузы // Хранение и переработка зерна. – 2001. – № 9 (27). – С. 24-26.
13. *Кирпа Н.Я.* Качество семян и энергосбережение в семеноводстве кукурузы // Хранение и переработка зерна. – 2001. – № 11 (29). С. 39-41.
14. *Кирпа М.Я.* Нормування витрат палива при сушінні насіння кукурудзи // Бюлетень Інституту зернового господарства. – 2001. – № 15-16. – С. 37-41.
15. *Кирпа М.Я.* Післязбиральна обробка і якість насіння кукурудзи // Бюлетень Інституту зернового господарства. – 2001. – №17. – С. 31-35.
16. *Кирпа М.Я.* Нове в підготовці насіння кукурудзи // Вісник аграрної науки . – 2001. – № 6. – С. 37-40.
17. *Кирпа Н.Я.* Малоэнергозатратные технологии и новое оборудование для первичной обработки, сушки и хранения зерна в хозяйствах АПК // Наукові праці Одеської державної академії харчових технологій. – Одеса, 2001. – Вип. 21. – С. 13-16.
18. *Кирпа М.Я.* Обгрунтування та вдосконалення прийомів очищення-сортування насіння кукурудзи // Бюлетень Інституту зернового господарства. – 2002. – № 18-19. – С. 83-87.

19. *Кирпа Н.Я.* Послеуборочная обработка и хранение зерна в АПК Украины // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2002. – № 6. – С. 35-38.
20. *Кирпа Н.Я.* Технологии – энергосбережение – качество в процесах обработки и хранения зерна в аргопромышленном комплексе // Наукові праці Одеської державної академії харчових технологій. – Одеса, 2002. – Вип. 24. – С. 43-46.
21. *Кирпа М.Я.* Теплоутворення і оптимізація енерговитрат в процесі сушіння насіння кукурудзи // Хранение и переработка зерна. – 2002. – № 9 (39). – С. 36-38.
22. *Кирпа Н.Я.* Качество семян зерновых культур и методология их оценки в технологиях хранения и подготовки к посеву // Хранение и переработка зерна. – 2003. – № 4 (46). – С. 28-29.
23. *Кирпа Н.Я.* Особенности первичной обработки и хранение зерна // Хранение и переработка зерна. – 2003. – № 7 (49). – С. 38-40.
24. *Кирпа М.Я.* Стійкість та якість насіння кукурудзи в процесі зберігання // Бюлетень Інституту зернового господарства. – 2003. – № 21-22. – С. 45-49.
25. *Кирпа Н.Я.* Методы оценки качества и посевной пригодности семян // Хранение и переработка зерна. – 2004. – № 2 (56). – С. 21-22.
26. *Кирпа М.Я.* Вплив способів хімічної обробки та зберігання на якість насіння кукурудзи // Бюлетень Інституту зернового господарства. – 2005. – № 23-24. – С. 150-154.
27. *Кирпа Н.Я.* Послеуборочная обработка и хранение зерна кукурузы // Хранение и переработка зерна. – 2005. – № 7 (73). – С 32-34.
28. *Кирпа М.Я.* Оберіть собі найбільш ощадну технологію первинної обробки вологого зерна // Зерно і хліб. – 2006. – № 3 (43). – С. 26-27.
29. *Кирпа Н.Я.* Анализ и развитие технологий послеуборочной обработки и хранения зерна кукурузы // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса, 2006. – Вип. 29. – С. 43-46.
30. *Кирпа М.* Ми знаємо, як обрати правильну стратегію доробки та зберігання зерна кукурудзи // Зерно і хліб. – 2006. – № 4 (44). – С. 28-30.
31. *Науменко А.И.,* Кирпа Н.Я. Физико-механические свойства и посевные качества семян кукурузы при разных сроках уборки // Селекция и семеноводство. – 1982. – № 8. – С. 44-46. (60 % авторства, отримання експериментальних даних та їх трактування).
32. *Науменко А.И.,* Кирпа Н.Я., Золотов В.И., Пономаренко А.К. Влажность и качество семян гибридов кукурузы различной скороспелости // Сельскохозяйственная биология. – 1983. – № 10. – С.40-43. (40 % авторства, отримання експериментальних даних та їх трактування).

33. *Науменко А.И.,* Кирпа Н.Я. Особенности определения влажности и хранения семян кукурузы при ранней уборке // Селекция и семеноводство. – 1983. – № 11. – С. 41-42. (60 % авторства, отримання експериментальних даних та їх трактування).
34. *Науменко А.И.,* Кирпа Н.Я. Исследование приёмов послеуборочной обработки и сушки семян гибридов и линий кукурузы с повышенной влажностью // Совершенствование приёмов возделывания кукурузы: Сборник научных трудов Всесоюзного н.-и. института кукурузы. – Днепропетровск, 1983. – С. 138-148. (60 % авторства, отримання експериментальних даних та їх трактування).
35. *Науменко А.И.,* Кирпа Н.Я. Влажность и влагоотдача зерна кукурузы в процессе подсыхания его на корню и при термической сушке // Сельскохозяйственная биология. – 1985. – № 9. – С. 59-62. (50 % авторства, отримання експериментальних даних та їх трактування).
36. *Науменко А.И.,* Кирпа Н.Я. Исследование особенностей влагоотдачи зерна гибридов кукурузы при термической сушке // Вестник сельськохозяйственной науки. – 1985. – № 10 – С. 138-142. (50 % авторства, отримання експериментальних даних та їх трактування).
37. *Науменко А.И.,* Кирпа Н.Я. Жизнеспособность разнокачественных семян гибридов кукурузы при хранении // Селекция и семеноводство. – 1986. – № 6. – С. 37-39. (50 % авторства, отримання експериментальних даних та їх трактування).
38. *Науменко А.И.,* Кирпа Н.Я., Алейников В.И. Новый способ сушки семян кукурузы // Доклады ВАСХНИЛ. – 1986. – № 11. – С.43-45. (40 % авторства, отримання експериментальних даних та їх трактування).
39. *Науменко А.И.,* Кирпа Н.Я. Сушка и хранение семян кукурузы в системе семеноводства // Бюллетень Всесоюзного н.-и. института кукурузы. – 1990. – № 72–73. – С. 29-31. (50 % авторства, отримання експериментальних даних та їх трактування).
40. *Кирпа Н.Я.,* Куприянов К.В. Влияние травмирования на качество семян кукурузы при хранении // Бюллетень Института кукурузы. – 1993. – № 76. – С. 82-87. (80 % авторства, отримання експериментальних даних та їх трактування).
41. *Кирпа М.Я.,* Панчик Л.І., Карпенко О.І. До вивчення мікрофлори в процесі післязбиральної обробки кукурудзи на заводах // Бюлетень Інституту зернового господарства . – 1997. – № 2 (4). – С.70-77. (60 % авторства, отримання експериментальних даних та їх трактування).
42. *Лебідь Є.М.,* Кирпа М.Я. Науково-практичні особливості підготовки насіння кукурудзи до посіву // Хранение и переработка зерна. – 2000. – № 3. – С. 16-17. (50 % авторства, отримання експериментальних даних та їх трактування).

43. *Шемавньов В.І.,* Кирпа М.Я. Стан і перспективи галузі переробки і зберігання сільськогосподарської продукції // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2001. – № 2. – С. 7-10. (50 % авторства, отримання експериментальних даних та їх трактування).
44. *Кирпа М.Я.,* Пащенко Н.О. Методи визначення схожості різноякісного насіння кукурудзи // Бюлетень Інституту зернового господарства. – 2003. – № 20. – С. 60-62. (80 % авторства, отримання експериментальних даних та їх трактування).
45. *Шемавньов В.І.,* Кирпа М.Я. Концепція розвитку технологій та енергозбереження в процесах післязбиральної обробки і зберігання зерна // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2003. – № 3. – С. 52-57. (50 % авторства, отримання експериментальних даних та їх трактування).
46. *Кирпа М.Я.,* Пащенко Н.О. Методологія нормування схожості різноякісного насіння кукурудзи // Селекція і насінництво. – 2004. – № 89. – С. 138-146. (80 % авторства, отримання експериментальних даних та їх трактування).
47. *Кирпа М.Я.,* Пащенко Н.О. Зберігання насіння кукурудзи та його господарча довговічність // Селекція і насінництво. – 2006. – № 92. – С. 173-184. (80 % авторства, отримання експериментальних даних та їх трактування).
48. *Шемавньов В.*І., Кирпа М.Я. Сучасні норми і технології зберігання та обробки зерна в Україні // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2006. – № 3. – С. 11-18. (50 % авторства, отримання експериментальних даних та їх трактування).
49. *Кирпа М.*Я., Скотар С.О., Остапенко Л.І. Способи передпосівної обробки насіння та його якість на прикладі гібрида кукурудзи Дніпровський 337 МВ // Бюлетень Інституту зернового господарства . – 2006. – № 28-29. – С. 20-25. (60 % авторства, отримання експериментальних даних та їх трактування).
50. *Кирпа М.*Я., Скотар С.О. Особливості сепарування зерна кукурудзи // Бюлетень Інституту зернового господарства . – 2007. – № 30. – С. 127-132. (70 % авторства, отримання експериментальних даних та їх трактування).
51. *Кирпа Н.Я.* Особенности влагоотдачи зерна гибридов кукурузы в процессе их созревания и сушки // Материалы Всесоюзной научно-технической конференции молодых учёных по проблемам кукурузы. – Часть 1. – Днепропетровск. – 1985. – С. 91-92.
52. *Кирпа Н.Я.* Развитие и перспективы обработки и хранения зерна в связи с реформированием агропромышленного комплекса Украины // Сборник

тезисов докладов 1-й международной конференции “Зерновая индустрия в XXI веке” (Москва, 13–16 ноября 2000 г.). – М.: МПА, 2000. – С.40-43.

53. *Кирпа Н.Я.* Методология энергосбережения при сушке высоковлажных зернопродуктов // Труды конференции “Современные энергосберегающие тепловые технологии” (Москва, 28-31 мая, 2002 г.). – М.: МГАУ, 2002. – С. 83-86.
54. *Кирпа Н.Я.* Развитие научных технико-технических програм по хранению и обработке зерна на Украине // Материалы второй Международной конференции “Хранение зерна” (Москва, 19-22 мая 2003 г.). – М.: Пищепромиздат, 2003. – С. 78.
55. *Кирпа Н.Я.* Научное обеспечение и развитие новых технологий обработки и хранения зерна в Украине // Материалы третьей Международной конференции “Зерновая индустрия - 2004” (Киев, НК “Экспоцентр Украины”, 13-14 мая 2004 р.). – Днепропетровск: НА “АПК – Информ”, 2004. – С. 84-87.
56. *Кирпа Н.Я.* Проблемы развития и научного обеспечения отрасли первичной обработки и хранения зерна // Тези доповідей \/ Міжнародної науково-практичної конференції “Хлібопродукти - 2005” (14-15 вересня 2005 р.). – Одеса, 2005. – С. 7.
57. *Кирпа М.Я.* Довголіття насіння кукурудзи та прийоми його збереження // Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції “Генетичні ресурси для адаптивного рослинництва: мобілізація, збереження, використання” (Оброшино, 29 червня – 1 липня 2005 р.). - Оброшино, 2005. – С. 263-264.
58. *Кирпа М.Я.* Напрямки розвитку технологій первинної обробки та зберігання зернової продукції // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції “Стан і перспективи розвитку переробної галузі АПК” (Мелітополь-Кирилівка, 16-17 червня 2005 р.). – Мелітополь: ТДАТА, 2006. – Вип. 44. – С. 42-48.
59. *Рекомендации по организации пунктов обработки семян* родительских форм гибридов кукурузы и требования к выполнению технологических процессов / Науменко А.И., Кирпа Н.Я., Анискин В.И. и др. – М.: Госагропром, 1986. – 38 с. (40 % авторства, розробка та впровадження).
60. *Рекомендации по обработке и хранению семян* родительских форм гибридов кукурузы / Науменко А.И., Кирпа Н.Я. – М.: Госагропром, 1987. – 24 с. (50 % авторства, розробка та впровадження).
61. *Методические рекомендации* по сокращению потерь зерна кукурузы / Науменко А.И., Кирпа Н.Я., Тудель Н.В. та ін. – К.: ЮО ВАСХНИЛ, 1988. – 35 с. (30 % авторства, розробка та впровадження).
62. *Методические рекомендации* по обработке, сушке и хранению семян родительских форм гибридов кукурузы при промышленном

семеноводстве / Науменко А.И., Кирпа Н.Я., Волощук А.Т., К.В. Куприянов. – М.: ВАСХНИЛ, 1990. – 36 с. (50% авторства, розробка та впровадження).

63. *Ресурсосберегающие технологии* хранения семян кукурузы / Кирпа Н.Я., Волощук А.Т., Куприянов К.В. – Запорожье: Запорожский МТЦНТИ, 1990. – 3 с. (70 % авторства, розробка та впровадження).
64. *Кирпа М.Я.* Механізована лінія для обробки зерна кукурудзи (рекомендації) / Бюлетень завершених наукових розробок УААН "Аграрна наука – виробництву". – К., 1998. – № 1. – С. 27.
65. *Кирпа М.Я.* Технологія підготовки насіння кукурудзи (рекомендації) / Бюлетень завершених наукових розробок УААН "Аграрна наука – виробництву". – К., 2000. – № 2. – С. 14.
66. *Кирпа М.Я*. Енергозберігаюча технологія сушіння насіння кукурудзи (рекомендації) / Бюлетень завершених наукових розробок УААН "Аграрна наука – виробництву". – К., 2001. – № 4. – С. 11.
67. *Кирпа М.Я*. Технологія тривалого зберігання насіння кукурудзи (рекомендації) / Бюлетень завершених наукових розробок УААН "Аграрна наука – виробництву". – К., 2003. – № 4. – С. 16.
68. *Рекомендації* по виробництву високоякісної продукції зернових культур / Інститут зернового господарства, Інститут захисту рослин. – Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2003. – С. 35-38. (100 % авторства в розділі "Кукурудза. Післязбиральна доробка та зберігання високоякісного зерна").
69. *Кукуруза на зерно.* Послеуборочная обработка и хранение при интенсивной технологии производства: ОСТ 1070-88 – [Чинний від 1988-06-15]. – М., 1988. – ОСТ 1070-88. 16 с., (Госкомитет по стандартам). (50 % авторства, узагальнення даних та розробка).
70. *Насіння сільськогосподарських культур.* Методи визначання якості: ДСТУ 4138-2002. – [Чинний від 2004-01-01]. – К., 2003. – 173 с. (Держспоживстандарт). (20 % авторства, узагальнення даних та розробка).
71. *Кукурудза. Технічні умови:* ДСТУ 4525:2006. – [Чинний від 2007-04-01]. – К., 2006. – 10 с. (Держспоживстандарт). (60 % авторства, узагальнення даних та розробка).
72. *А.с. 1224520* СССР, МКИ F26 B 3/04. Способ сушки сельськохозяйственного сырья / В.И. Алейников, А.И. Науменко, Н.Я. Кирпа. - № 3783153/24 – 06; Заявл. 22.08.84; Опубл. 15.04.86. Бюл. № 14. (50 % авторства, узагальнення даних та розробка).

Кирпа М.Я. Оптимізація процесів обробляння і зберігання насіння кукурудзи та методи поліпшення його якостей.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.14 - насінництво. – Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН, Харків, 2007.

Дисертація присвячена вирішенню наукової проблеми підготовки високоякісного насіння кукурудзи в системах його обробляння та зберігання. Розроблено новий напрямок розв'язання проблеми, який ґрунтується на концепції оптимізації технологічних процесів, показників якості насіння, прийомів енергозбереження. Встановлені закономірності генотипової та модифікаційної мінливості посівних якостей і врожайних властивостей насіння гібридів і ліній кукурудзи, враховані особливості їх прояву в процесах сушіння, очищення, сепарування та калібрування. Теоретично обґрунтовано оптимальний період збирання насіннєвого матеріалу, визначена динаміка накопичення сухої речовини і вологовіддача зерна. Розроблені режими сушіння насіння із підвищеною вологістю, визначені ефективні прийоми зниження витрат палива в камерних кукурудзосушарках. Конкретизовано поняття господарської довговічності насіння, виділені біотичні і абіотичні чинники, що подовжують термін його збереження. Запропоновані методи визначення якості насіння, розроблені національні та галузеві стандарти з виробництва і сертифікації насіннєвого матеріалу. Вивчені та удосконалені технічні засоби для обробляння насіння кукурудзи. Основні результати роботи впроваджено у вигляді оптимізованих технологій обробляння і зберігання насіння кукурудзи в насінницьких господарствах, інспекціях, на дослідних станціях і кукурудзообробних заводах.

Ключові слова: кукурудза, насіння, обробляння і зберігання, мінливість і контроль якості, оптимізація, енергозбереження.

Кирпа Н.Я. Оптимизация процессов обработки и хранения семян кукурузы, а также методы улучшения их качества.

Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.14 – семеноводство. - Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева УААН, Харьков, 2007.

Диссертация посвящена решению научной проблемы подготовки высококачественных семян кукурузы в системах их обработки и хранения. Разработано новое направление решения проблемы, основанное на концепции оптимизации технологических процессов, методах улучшения показателей качества семян, рациональных и экономически обоснованных приемах энергосбережения.

Изучены закономерности изменчивости посевных качеств и урожайных свойств гибридов и самоопыленных линий кукурузы на стадиях их созревания, уборки, послеуборочной обработки и хранения. При влажности 34-36 % наступает физиологическая спелость семян, они технологически

готовы для уборки и обработки. Продолжительность их обработки ограничивается критическими отрицательными температурами и составляет по многолетним данным для позднеспелых форм до 30 суток, средне- и раннеспелых – 40 и 48 суток при выращивании кукурузы в Приднепровском регионе. Семена родительских форм гибридов рекомендовано обрабатывать на разработанных нами механизированных линиях и сушилках, крупные партии семян гибридов – на специализированных заводах мощностью свыше 500 т.

Выявлены методы, позволяющие существенно повысить качество семян в процессе их обработки. К ним относится максимальное удаление самообрушенного зерна из массы початков, снижение травмирования семян при обмолоте и очистке, дифференцированные режимы сушки. При выборе режимов следует учитывать пониженную теплостойкость семян самоопыленных линий и кремнистых форм, при сушке - повышенную влагоотдачу зерном зубовидного типа. В случае повышенной уборочной влажности необходимо снижать температуру нагрева зерна до 35-38 ^{o}C при одновременном увеличении нормы расхода теплоносителя. Уменьшать суммарное энергопотребление на 18-29 % можно за счет двухстадийной сушки кукурузы в початках и зерне, максимально допустимых температурных режимов, многократного использования тепла, применения альтернативных видов топлива и новых сушилок.

Установлено, что сепарирование семян кукурузы необходимо выполнять на гибкой технологической основе, в зависимости от их крупности, выравненности, жизнеспособности. Среди комплекса линейных признаков ширина зерновки имеет наибольшую корреляционную связь со всхожестью, определяя, таким образом, параметры сортирования-калибрования и количество посевных фракций.

Доказано, что хозяйственная долговечность семян кукурузы обеспечивается способами их послеуборочной обработки и режимами хранения. Долговечность усиливалась после мягкой сушки (вентилирования), сортирования с удалением мелких неполноценных фракций, хранения при низкой влажности и температуре семян, а также в герметичных условиях. Химическую обработку (протравливание) семян, хранившихся длительное время, рекомендуется проводить непосредственно перед посевом комплексом препаратов, с включением микроэлементов и рострегуляторов.

Разработаны национальные и отраслевые стандарты (ДСТУ 4138-2002, ДСТУ 4525:2006, ОСТ 1070-88), на основании которых развивается семеноводство и сертификация гибридов кукурузы, а также их родительских форм. Для осуществления оперативного и заключительного контроля качества, уточнения урожайных свойств семян предложено дополнительно

определять их тепловую трещиноватость, травмированность, силу роста и всхожесть при холодном проращивании.

Предложена технологическая оценка в процессе создания новых гибридов кукурузы по ряду показателей, которая повышает их пригодность к промышленной обработке, выход и качество посевного материала. Создано 6 гибридов кукурузы с различной группой спелости, которые внесены в реестр сортов Украины а также проходят государственное сортоиспытание.

Разработанные регламенты технологических процессов и методы улучшения качества семян внедрены в различные системы подготовки семенного материала кукурузы, что позволило увеличить выход кондиционной продукции на 5-8 %, повысить урожайность зерна на 0,49-0,81 т/га, снизить энергозатраты на 18-25 %.

Ключевые слова: кукуруза, семена, обработка и хранение, посевные и урожайные свойства, контроль качества, оптимизация, энергосбережение.

Kirpa M.Y. Optimization of processes treatment and storing corn seeds and methods of improvement its quality.

The Dissertation for getting scientific degree: a doctor of agricultural sciences by the speciality 06.01.14 – seed-growing. – Institute of the plant-growing by V.Y.Yur'eva UAAC, Kharkov, 2007.

The dissertation is dedicated to the solution of problem preparing high-qualitative corn seeds in the systems of its treatment and storing. New direction of problem decision which was based on the conception of optimization technological processes, seed quality indexes, ways of power-keeping has been worked out. Conformities of gene typical and modify changeability sowing and yielding hybrids properties and corn lines have been established, peculiarities their manifestation in the processes of drying, sorting, separating and calibrating were taken into consideration. Optimum period of gathering seed material has been substantiated theoretically, dynamics of accumulation dry substance and seed moisture-return have been determined. Regimens of seed drying with higher moisture have been elaborated, effective methods of decrease fuel expenditures in the chamber corn-driers have been determined. Conception of economic seed longevity has been concretized, biotic and abiotic factors which continue term its storing have been distinguished. Methods of determination seed quality have been proposed, national and sectoral standards of production and certification of seed material have been elaborated. Technical methods for corn seed treatment have been studied and perfected. The main work results have been applied on the seed farms, at the research stations and corn-processing plants.

Key words: corn, seeds, treatment and storing, variability and quality control, optimization, power-keeping.