

Автор ефр.

к. 80

ОДЕСЬКИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ
і м. М. В. Ломоносова



На правах рукопису

Крестінков Іван Спиридонович

НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ І РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ОЦІНКИ
ТА ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТЕЙ НАСІННЕВОГО ЗЕРНА
ОСНОВНИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Спеціальність: 05.18.03 - первинна обробка,
зберігання зерна та другої
продукції рослинництва;
06.01.05 - селекція та на-
сінництво

А в т о р е ф е р а т
дисертації на здобуття наукового ступеню
доктора технічних наук

Одеса, 1994

61

Роботу виконано в Одеському технологічному інституті харчової промисловості ім. М. В. Ломоносова

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор
доктор сільськогосподарських наук, професор
доктор біологічних наук

МЕРКО І. Т.
Рижєва О. І.
Вовчук С. В.

Ведуча організація -

Український державний аграрний університет

Захист дисертації відбудеться " " _____ 1994 р. о
на засіданні спеціалізованої Ради Д 068.35.03 при Одеському технологічному інституті харчової промисловості ім. М. В. Ломоносова за адресою: Україна, 270039, м. Одеса, вул. Свердлова, 112.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці ОТИХП
Автореферат розіслано " " _____ 1994 р.

Вчений секретар
спеціалізованої ради,
д. т. н., професор

Л. Г. Вінникова

ОНАХТ 16.11.12
Наукове обґрунтуванн



v017113

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність. Збільшення виробництва сільськогосподарської продукції є одним з основних завдань агропромислового комплексу. Важлива роль в підвищенні врожайності належить якості посівного матеріалу, до якого ставляться все більш високі вимоги. Врожай та валові збори зерна підвищуються на 20-25 % за рахунок посіву доброякісним насінням нових районованих сортів. Разом з тим, результати щорічних обстежень показують, що якість посіяного насіння дуже часто не відповідає зростаючим вимогам сільськогосподарського виробництва (Гуляев Г. В., 1991; Никитенко Г. Ф., 1991).

Насіння є найголовнішою генетичною системою, формування та розвиток якого визначає життєдатність та характер розвитку рослини (Созинов А. А. 1985). Сортові властивості насіння в більшості випадків визначають його врожайні якості (Киндрук Н. А., 1988). Існуючі методи сортового контролю не дозволяють надійно оцінювати оригінальність, чистоту, а для деяких перехреснозапильних культур, і рівень гібридності насіння.

Стандарти, які регламентують вимоги до посівного матеріалу, не дають можливості прогнозувати ступінь зниження посівних якостей в процесі їх короткочасного, або тривалого зберігання (Лесик В. В., 1977; Лихачев Б. С., 1985). Це обумовлює низьку рентабельність підприємств системи хлібопродуктів при їх роботі з насінням.

Насіння - найважливіший об'єкт біологічних досліджень. Вплив різних факторів зовнішнього середовища на насіння багато в чому визначає його біологічні властивості (Строна І. Г., 1974; Колоша О. І., 1986). Ефективність передпосівної обробки насіння залежить від його фізіологічного стану, через те на перший план виступає необхідність розробки сучасних експресних методів діагностики посівних властивостей.

Зерно з низькою активністю фізіологічних процесів має не тільки низькі посівні якості, але і низькі технологічні показники. Процес гідротермічної підготовки зерна до помолу є ферментативним по своїй суті (Мерко І. Т., 1979, 1985). Ферменти алейронового шару виконують корисну роботу розщеплювання ендосперму в процесі тривалого зволоження зерна, в результаті чого значно знижуються затрати енергії на його розмел та підвищуються показники якості борошна (Дробот В. І., 1984; Моргун В. А., 1991). Це свідчить про необхідність вдосконалення системи оцінки якості як посівного матеріалу, так і товарного зерна, яке заготовляється підприємствами системи хлібопродуктів.

V017113

ОДАХТ
Бібліотека

Посівний матеріал і товарне зерно є біологічні об'єкти, через що необхідна науково обгрунтована біонізована технологія приймання, сушіння, зберігання, передпосівної підготовки насіння до посіву та підготовки зерна до помелу, яка б використовувала інформацію про фізіологічні процеси в зерні.

Актуальність проблеми розробки нових підходів до оцінки та поліпшення сортових та посівних властивостей насіння обумовлена необхідністю створення засобів контролю і автоматизації для створення і функціонування біонізованих технологій та датчиків показників їх якості.

Ефективним в цьому відношенні може виявитися використання досягнень вільнорадикальної біології, нового напрямку, який інтенсивно розвивається, виникши на стику фізіології, біохімії і біофізики.

Дану проблему вирішували в відповідності з планом наукових робіт по реалізації міждержавного науково-технічного проекту 012.03.012 ДКТП "Високоєфективні процеси виробництва продовольства". Окремі розділи дисертації пов'язані з виконанням НДР за замовленням промисловості.

Об'єкт досліджень. Дослідження проведені з використанням насінневого зерна основних зернових культур - озимої пшениці, озимого та ярого ячменю, кукурудзи та соняшника.

Ціль та завдання досліджень. Ціль роботи - розробка технологічних прийомів оцінки та поліпшення якостей насіння основних зернових культур на основі використання методів вільнорадикальної біології і вдосконалення способів обробки, які покращують його зберігання.

В відповідності з цим визначені наступні задачі:

- дослідити сортовий поліморфізм супероксиддисмутази (СОД) у озимого та ярого ячменю, озимої пшениці, ліній та гібридів кукурудзи, соняшника;

- на основі виявлених генотипічних розбіжностей розробити електрофоретичні методи встановлення сортової належності та сортової чистоти насіння;

- встановити можливість використання електрофорезу досліджуваних ферментів для контролю рівня гібридності насіння перехреснозайшлих культур на етапах їх виробництва, заготівлі, зберігання та реалізації;

- розробити нові способи визначення рівня гібридності насіння кукурудзи, засновані шляхом реєстрації інтенсивності вільнорадикальних процесів в насінні;

- в'яснити зв'язок відмінностей за локусами, які кодують алейні варіанти СОД, з формуванням врожайних якостей і посівних властивостей насіння;

- встановити можливість прогнозування зміни врожайних якостей у різних генотипів, вирощених в різних умовах, а також посівних властивостей насіння в процесі зберігання;

- на основі досліджень корелятивних зв'язків між біофізичними показниками та схожістю насіння розробити нові методи діагностики їх фізіологічного стану;

- запропонувати нові способи підвищення господарської довговічності насіння, його врожайних якостей.

Наукова новина результатів досліджень. З'ясовано, що вільнорадикальні реакції в живих системах приймають саму безпосередню участь в регулюванні метаболічних процесів універсального значення. Показано, що поліморфізм ферментної системи, яка регулює інтенсивність вільнорадикальних процесів в тканинах, забезпечує адаптацію рослинних організмів до несприятливих умов зовнішнього середовища.

Встановлено, що генотипічні відмінності даної системи дозволяють використовувати електрофорез СОД для ідентифікації - визначення сортової належності у цілому ряду культур.

Розроблені методи контролю рівня гібридності, які базуються на реєстрації інтенсивності вільнорадикальних процесів в насінні гібридів та самозапильнених ліній кукурудзи біохімічними та біофізичними методами.

Встановлено, що життєздатність насіння залежить від вмісту в ньому вільних радикалів. Насіння з вмістом радикалів $1.5 \cdot 10^{15} - 2.5 \cdot 10^{15}$ спін/г характеризуються більш високими посівними якостями, ніж насіння зі значно вищою та нижчою концентрацією вільних радикалів.

Встановлено зв'язок відмінностей за локусами, які кодують алейні варіанти СОД, з формуванням врожайних якостей та посівних властивостей насіння, що дозволяє прогнозувати змінювання врожайних якостей в різних генотипів і умовах вирощування та посівних властивостей насіння в процесі зберігання, а також розробляти методи ранньої діагностики життєздатності насіння.

Показано, що фактори, які підсилюють вільнорадикальні процеси в насінні, можна використовувати для моделювання процесів прискореного їх старіння, що відображає справжній стан складних змін в процесі їх тривалого зберігання.

З'ясовано, що антиоксиданти можуть бути використані для підвищення господарської довговічності насіння, його посівних та врожайних якостей.

Пріоритетність напрямків проведених нами досліджень захищена 8 авторськими свідоцтвами.

Практична цінність. Розроблені нами методи апробовані в Селекційно-генетичному інституті УААН (м. Одеса) та НВО "Подмосковье", були запропановані Міністерству хлібопродуктів СРСР для втілення на підприємствах галузі. П'ятьом кукурудзодобробним підприємствам передані інструктивні матеріали, аналітичне обладнання для визначення рівня гібридності насіння, підготовлені спеціалісти.

В селекційних програмах створення сортів ячменю з підвищеною адаптивністю до несприятливих умов вирощування відділу селекції та насінництва ячменю Селекційно-генетичного інституту добір з гібридних популяцій проводиться з використанням генетично контрольованих варіантів СОД. В результаті реалізації цих програм створені сорти Гелюс і Палідум 107, які за результатами державного випробування включені в реєстр сортів, допущених для вирощування в степовій та лісостеповій зонах України.

Апробація результатів досліджень. Результати досліджень за темою дисертації доповідались на Міжнародній координаційній нараді РЕВ "Разработка физиолого-биохимических основ отбора на продуктивность" (Прага-Рузине, 1978), Всесоюзній конференції "Биологические аспекты изучения и рационального использования животного и растительного мира" (Рига, 1981), регіональній нараді "Повышение устойчивости растений к низким температурам" (Дніпропетровськ, 1982), Республіканській конференції "Биологические основы повышения продуктивности и устойчивости зерновых культур" (Цилиноград, 1984), Міжнародній нараді РЕВ "Теоретические и прикладные аспекты селекции и семеноводства пшеницы, ржи, ячменя, тритикале (Прага-Рузине, 1985), Всесоюзній конференції "Биолого-генетические основы повышения продуктивности зерновых культур (Алма-Ата, 1987), VI Всесоюзній нараді з застосування прискорювачів заряджених частинок в народному господарстві (Ленінград, 1988), III Всесоюзній конференції "Биоантиоксидант" (Москва, 1989), робочій нараді Міністерства хлібопродуктів СРСР (Мінск, 1989), Всесоюзному робочому семінарі Міністерства хлібопродуктів СРСР (Одеса, 1990), I Міжнародній нараді по молекулярно-генетичним маркерам (Київ, 1994), науково-практичних конференціях ОТХД ім. М.В. Ломоносова (Одеса, 1988 - 1994).

Результати досліджень узагальнені: в програмах науково-дослідних робіт на конкурсній основі з селекції ячменю на період до 2005 р.; програмах науково-технічної ради Держлібпродуктів України на 1993-1995 рр.; міждержавному науково-технічному проєкті 012.03.012 ДКТП "Високоєфективні процеси виробництва продовольства" на 1991-1997 рр..

Публікації. Основні положення дисертації опубліковані в 52 роботах загальним обсягом 20 друкованих аркушів.

Обсяг та структура дисертації. Дисертація складається з вступу, семи розділів, загальних висновків, списку використаної літератури та додатків. Робота викладена на 292 стор. машинописного тексту, містить 56 малюнків, 61 таблицю та 26 таблиць додатку. Список літератури містить 520 назв, з них 210 зарубіжних джерел.

Основні положення, які вносяться на захист:

- концепція про конструктивну роль вільнорадикальних реакцій в функціонуванні систем, які забезпечують життєдіяльність організму;
- положення про адаптаційну значущість поліморфізму СОД в формуванні продуктивності, врожайних якостей насіння, різної їх довговічності в процесі зберігання;
- технологічні прийомі оцінки та поліпшення якостей насіння основних зернових культур, які базуються на використанні методів і підходів вільнорадикальної біології.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступній частині обгрунтована актуальність, викладені основні завдання, цілі досліджень та коротка характеристика роботи.

Перший розділ присвячений аналізу даних про вільнорадикальні процеси в біологічних системах. Багато питань проблеми вільних радикалів вивчені достатньо ґрунтовно: виявлені вільнорадикальні процеси в біологічних об'єктах (Commoner В., 1954; Блкенфельд Л.А., 1957; Тарусов .Н., 1962; Гродзинский Д.М., 1965; Владимиров Ю.А., 1967); визначена їх роль в розвитку патологічних станів (Прайор У., 1979; Мерзляк М.Н., 1989); відкриті системи, які забезпечують захист живих організмів від дії вільних радикалів (McCorn J., Fridovich I., 1968); розроблені методи досліджень вільних радикалів (Завойский Е.К., 1945; Combrisson F., 1954; Владимиров Ю.А., Львов О.Ф. 1964; Мерзляк М.Н., 1978). На основі аналізу літератури автором запропоновані фізіолого-генетичні підходи до вивчення вільних радикалів, які відкривають нові перспективи в теоретичних обгрунтуваннях та розробці нових технологічних прийомів оцінки та поліпшення насінних якостей зерна на

етапах вирощування, приймання, зберігання та реалізації.

В другому розділі "Матеріал та методи досліджень" дана характеристика об'єктів та методів досліджень.

Об'єктом досліджень були більше 500 партій насіннєвого зерна основних зернових культур - озимої пшениці, озимого та ярого ячменю, кукурудзи та сояшника.

В роботі використовували, наряду з загальнопринятими, спеціальні методи досліджень - електронний парамагнітний резонанс (ЕПР), хемолюмінесценцію, флюоресценцію, диск-електрофорез, денситометрирування, ІЧ-спектроскопію.

В експериментах використовували антиоксиданти препарати, синтезовані інститутом хімічної фізики АН Росії (м. Черноголовка)

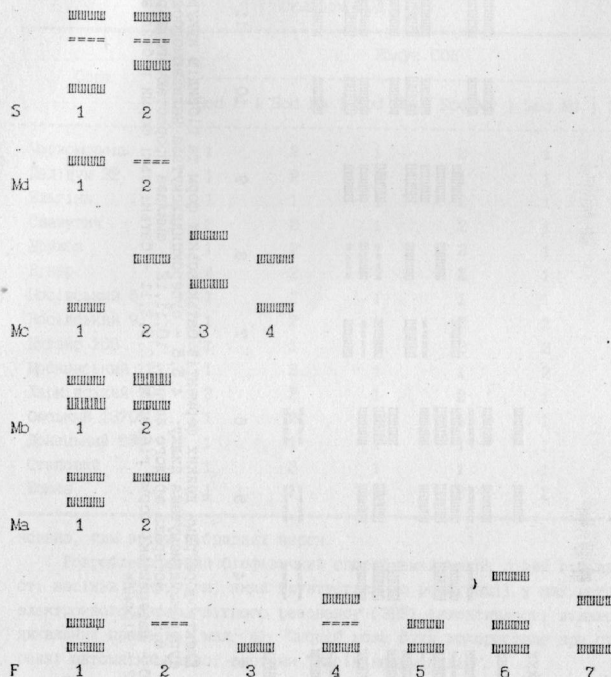
Математичну обробку отриманих даних проводили на персональному комп'ютері, з використанням пакетів програм "Statgraf", "Garvard graphics", кореляційного та статистичного аналізу.

В третьому розділі "Дослідження поліморфізму ферментів, регулюючих інтенсивність проходження вільнорадикальних процесів, та його використання в сортовому контролі зернових культур" визначені найбільш прийнятні для досліджуваних об'єктів методи електрофоретичного поділу ізоферментів СОД та виявлення їх активності в гелі, що дозволило отримати чіткі генотипічні відмінності у сортів озимого та ярого ячменю (мал. 1), озимої пшениці, ліній та гібридів кукурудзи і сояшнику. Показано, що поліморфізм СОД можна використовувати для встановлення сортової належності (табл. 1) та чистоти насіння досліджуваних культур.

Встановлено, що електрофорез СОД можливо використовувати для контролю рівня гібридності насіння перехрестнозайшлих культур на етапах їх виробництва, заготівлі, зберігання та реалізації. Для цього доцільно застосовувати електрофорез естераз та амілаз (мал. 2).

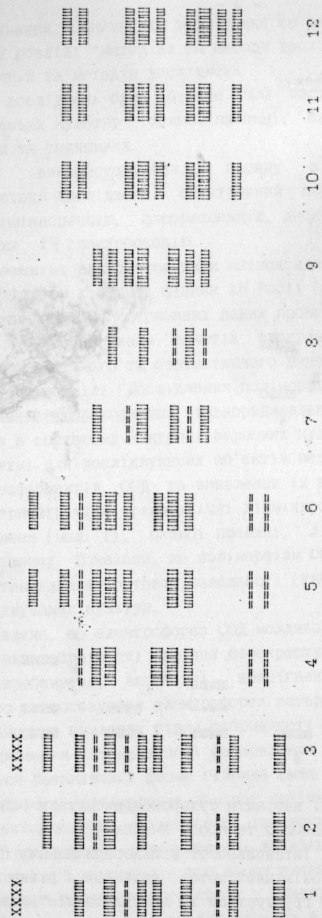
Показано, що зниження рівня гібридності супроводжується змінами співвідношення інтенсивності забарвлення компонентів, за якими відрізняються батьківські форми гібрида (мал. 3). В разі зниження рівня гібридності (збільшення домішок насіння, які утворилися в результаті самозапилення) збільшується інтенсивність "материнського гібридного" компонента, інтенсивність виявлення активності "батьківського гібридного" компонента при цьому зменшується.

Запровадження додаткового етапу - денситометрування гелей дозволяє в 25-50 раз підвищити продуктивність електрофоретичних методів визначення гібридності насіння.



Мал. 1. Алейні варіанти супероксиддисмутази (СОД) озимого та ярого ячменю

На основі вивчення інтенсивності вільнорадикальних процесів запропоновано простий біохімічний метод визначення рівня гібридності насіння кукурудзи, який ґрунтується на використанні "індикаторних ловушок" вільних радикалів. Зрізи аерен самозапилення ліній, для яких характерний більш інтенсивний рівень протікання вільнорадикальних процесів в розчині нітратетразольного синього, забарвлюються більш інте-



Мал. 3. Електрофорограми деяких ферментів батьківських форм та гібридів кукурудзи:
 1, 2 - сульфосиліксуктаза шлунку; 4, 5, 6 - сульфосиліксуктаза ниркового соку;
 зерна: 7, 8, 9 - астерга зерного зерна; 10, 11, 12 - змішана порода зерного зерна;
 1, 4, 7, 10 - материнські форми гібридів; 2, 5, 8, 11 - батьківські форми гібридів;
 3, 6, 9, 12 - гібриди

Таблиця 1.
 Характеристика деяких сортів ярого ячменю за ізоферментним складом СОД

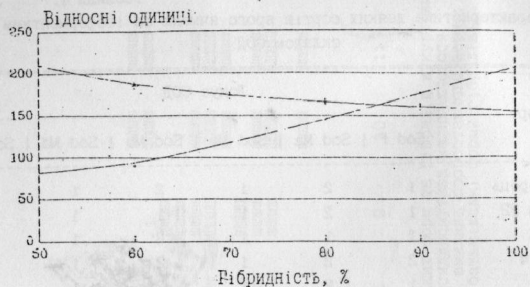
Сорт	Локус СОД					
	Sod F	Sod Ma	Sod Mb	Sod Mc	Sod Md	Sod S
Чорноморець	1	2	1	2	1	1
Палідум 32	1	2	1	1	1	2
Ельгіна	1	1	1	2	1	1
Славутич	2	2	1	2	1	1
Дружба	1	2	1	2	1	1
Вінер	4	2	1	2	1	2
Носівський 6	1	2	1	1	1	1
Носівський 9	1	2	1	2	2	1
Нутанс 106	1	1	1	3	2	1
Московський 121	1	2	1	1	2	1
Харківський 70	3	2	1	2	1	1
Омський 13709	1	2	1	1	1	2
Донецький 650	1	1	1	1	1	1
Степовий	1	2	1	1	1	1
Волуґ	1	1	1	2	2	1

нсивно, чим зрізи гібридних зерен.

Розроблено новий біофізичний спосіб визначення рівня гібридності насіння кукурудзи, який ґрунтується на реєстрації у них методом електронного парамагнітного резонансу (ЗПР) інтенсивності вільнорадикальних процесів (мал. 4). Спосіб може бути використано при створенні автоматизованої системи "Насінінформаналіз".

В четвертому розділі "Фізіолого-біохімічні основи формування високої продуктивності, технологічних та врожайних якостей насіння зернових культур" викладені результати досліджень в галузі розробки фізіолого-біохімічних критеріїв оцінки селекційного та насінневого матеріалу.

Підтверджено існування двох шляхів відновлення азоту в рослинах - класичної нітратредуктазної та пероксидазної нітратвідновлюючих систем і вказують на наявність конкурентно-компенсаційних вза-



— батьківський — материнський

Мал. 3. Залежність інтенсивності проявлення компонентів естераз від рівня гібридності насіння

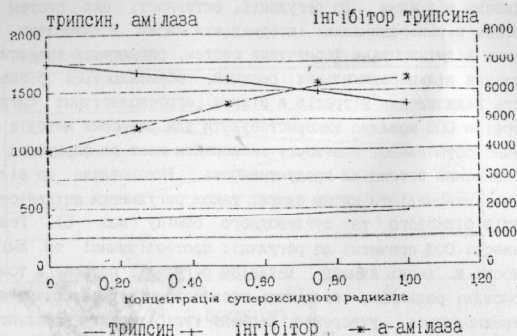


Мал. 4. Спектри МР насіння батьківських форм та гібридів кукурудзи

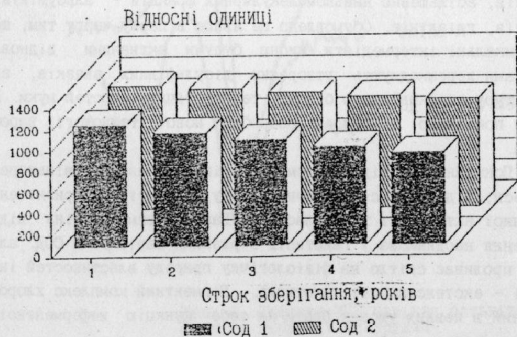
ємовідносин між ними. До регуляції активності цих систем мають відношення вільнорадикальні інтермедіати кисню. Встановлено, що генетичними відмінностями ферментних систем, регулюючих інтенсивність проходження вільнорадикальних реакцій, обумовлюється різна ефективність відновлення нітратів в різних агроекологічних ситуаціях. Поліморфізм СОД можливо використовувати для розробки методів оцінки генетично обумовленої здатності засвоювати азот та формувати на цій основі високий потенціал продуктивності. Встановлено, що вільнорадикальні інтермедіати кисню здатні також регулювати активність ряду ферментів білкового та вуглеводного обміну (мал. 5). Генетичні відмінності СОД причетні до регуляції протеолітичної та амілазної активності в зерні ячменю. Механізм регуляції полягає в тому, що супероксидні радикали, являючись ефективними відновлюючими агентами, перешкоджають утворенню фермент-інгібіторних комплексів та призводять до зниження інгібіторної активності у відновленні протеаз та амілаз.

Аналогічна зміна в активності зазначених ферментів може мати безпосереднє відношення до формування технологічних якостей продовольчого зерна пшениці. Наслідки проведених досліджень свідчать про вплив вільних радикалів на білковий комплекс пшеничної муки. Збільшення концентрації вільнорадикальних інтермедіатів кисню веде до зниження вмісту високомолекулярних білкових компонентів - глутелінів, збільшенню низькомолекулярних фракцій - альбумінів, глобулінів, гліадінів. Обумовлено це явище в першу чергу тим, що вільнорадикальні інтермедіати кисню будучи активними відновлюючими агентами перешкоджають утворенню дисульфідних зв'язків, змінюючи структуру клейковинного білку, технологічних якостей муки. Ці уявлення покладено в основу розробки нової технології виробництва хліба.

Показано, що під впливом факторів, підсилюючих вільнорадикальні процеси, відбувається зниження вмісту пігментів та пригнічення фотохімічної активності хлоропластів. Разом з тим ступінь відміченого зниження неоднорідна у генотипів з різними варіантами СОД, але положення проливає світло на фізіологічну природу властивостей інтенсивності - екстенсивності генотипів. Пігментний комплекс хлоропластів здатний в певних умовах брати на себе функцію неферментної анти-



Мал. 5. Залежності активності деяких ферментів від концентрації супероксидного радикала



Мал. 6. Активність СОД насіння ярого ячменю різних строків зберігання

оксидантної системи. коли супероксиддисмутазна ферментна система виявляється недостатньо ефективною. Висока активність ферменту в екстенсивних генотипів, з одного боку обумовлює значну стійкість до несприятливого стану факторів середовища вирощування, з другого - є тормозом на шляхах формування досить високого рівня продуктивності. Цим і пояснюється низька продуктивність інтенсивних генотипів при вирощуванні їх в несприятливих умовах та достатньо висока - в оптимальних умовах. В зв'язку з тим, що більшість реакцій фотосинтезу являються одноелектронними, висока активність СОД спроможна негативно впливати на ефективність роботи електронотранспортних ланцюгів фотосинтезу.

Виявлено зв'язок із ферментного складу СОД з фізіологічним ефектом дії фітохрому на проростки ярого ячменю, що може свідчити про причетність вільних радикалів до регуляції фітохромної системи та правомірності мембранно-біологічної концепції механізмів її дії. При розробці практичних способів світлової дії на насіння з метою покращення посівних та врожайних якостей необхідно враховувати генотипічні особливості систем, регулюючих інтенсивність вільнорадикальних реакцій в мембранах.

Експериментально оцінена адаптивна значущість поліморфізму СОД у ярого ячменю. На гібридному матеріалі, ідентифікованому на основі дослідження із ферментного складу СОД, встановлено зв'язок відмінностей за локусами, кодуєчими алельні варіанти фермента, з формуванням різних рівнів продуктивності, білковості та врожайних якостей насіння. Це дозволяє використовувати одержані результати в процесі реалізації селекційних програм, а також прогнозувати змінення врожайних якостей насіння у різних генотипів в неоднакових умовах вирощування.

В п'ятому розділі "Вільнорадикальні аспекти проблеми стійкості генотипів зернових культур до несприятливих факторів зовнішнього середовища" викладені результати досліджень суті фізіологічних механізмів, забезпечуючих адаптацію рослин до різних екстремальних умов. Подані в цьому розділі результати є однією з спроб використання підходів, які ґрунтуються на дослідженні фізіолого-генетичних аспектів проблеми вільних радикалів, для розробки методів діагностики стійкості генотипів до несприятливих факторів зовнішнього середовища.

Провідну роль в порушенні життєздатності клітин при дії на них низьких негативних температур відіграють пошкодження мембранних

структур. Як інтегральний показник, що характеризує інтенсивність протікання вільнорадикальних процесів, і ступень зруйнування структури мембран, за даними проведених дослідів, може виступати рівень вмісту одного з продуктів перекисного (вільнорадикального) окислення ліпідів (ШЮЛ) - малонового діальдегіда (МДА).

До систем, що відрізняються високою чутливістю до мінливих умов зовнішнього середовища, відносяться пігментний комплекс хлоропластів рослини. Встановлено, що окислювальна деградація хлорофілів та каротіноїдів при дії низьких негативних температур пов'язана з підсиленням вільнорадикальних процесів в мембранах хлоропластів, порушенням структурної організації їх ліпопротеїдного комплексу.

Відмінності в інтенсивності протікання вільнорадикальних процесів, а, внаслідок, і рівня морозостійкості обумовлені різною ефективністю функціонування ендогенних антиоксидантних систем. Зменшити інтенсивність утворення продуктів вільнорадикального окислення, підвищити таким чином морозостійкість рослини озимих культур можливо за рахунок використання екзогенних антиоксидантів. Показано, що обробка насіння антиоксидантами суттєво впливає на фізіологічний стан посівів озимого ячменю. Встановлено, що ефект дії антиоксиданта залежить від сортових особливостей, дози та виду препарату.

Результатами проведених досліджень показано, що стійкість генотипів до несприятливих факторів, діючих в зоні коренів, пов'язана з ізоферментним складом кореневої СОД. Встановлено, що різні варіанти СОД по-різному забезпечують захист мембранних структур клітини від шкідливої дії вільнорадикальних інтермедіатів кисню.

Виявлена залежність покладена в основу розробленого нами нового способу добору форм, стійких до кислих ґрунтів та засолення. Враховуючи, що ізоферментний склад СОД не залежить від умов вирощування рослини, добір рослин за ізоферментним складом ферменту виявляється більш ефективним, ніж прямі методи добору. В цьому випадку є можливість добирати гомозиготні константні форми рослин в більш ранніх поколіннях, що дозволяє прискорювати селекційний процес, підвищувати його ефективність. Спосіб знайшов практичне застосування в процесі селекції ярого ячменю на підвищену адаптивність. В селекційних програмах створення сортів ячменю для кислих та засолених ґрунтів добір з гібридних популяцій ведеться з використанням генетично контрольованих варіантів СОД. В результаті реалізації цих програм в Селекційно-генетичному інституті (м. Одеса) створені сорти Геліос та Палідум 107, які за результатами державного випробування впроваджені в виробництво.

В конкурсному випробуванні відділу селекції та насінництва ячменю цього інституту перебувають 12 ліній ярого ячменю, добір яких з складно: популяції провадився з врахуванням ізоферментного складу кореневої СОД.

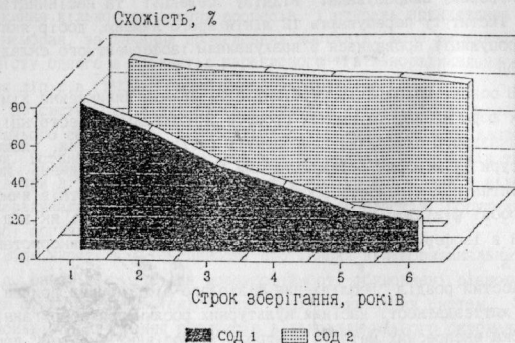
В основі механізмів гербіцидності лежить виникнення хімічно активних форм кисню, ініціюючих процеси окислювальної деструкції, вільнорадикального окислення компонентів рослинної клітини, пошкодження структури її мембран. Результатами проведених досліджень показано, що ступінь пригніченості ростових процесів у проростків ячменю при їх обробці фізіологічно активними речовинами залежить як від відмінностей в ізоферментному складі СОД, так і від виду використаних гербіцидів.

Юстий розділ "Дослідження фізіолого-біохімічних причин зниження життєздатності насіння культурних рослин при зберіганні та розробка експресних методів контролю їх посівних якостей" присвячений в'ясуванню внутрішніх фізіолого-генетичних механізмів, що лежать в основі процесів, які обумовлюють довговічність насіння. Встановлено, що в процесі зберігання насіння проходять зміни активності ферментних систем вуглеводного, білкового та ліпідного обміну. Ці зміни пов'язані з зміною інтенсивності вільнорадикальних процесів, перешкодою відновлювальних процесів на альтернативний вільнорадикальний механізм.

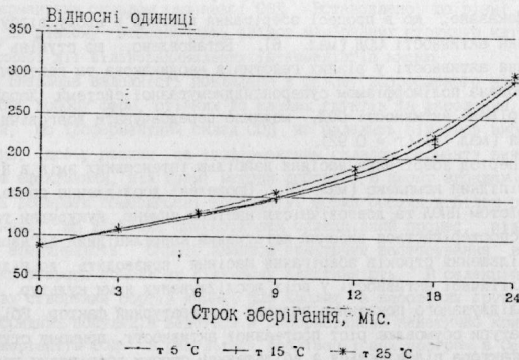
Показано, що в процесі зберігання насіння в ньому відбувається зниження активності СОД (мал. 6). Встановлено, що ступінь такого зниження активності у різних генотипів неодинакова та генетично детермінована поліморфізмом супероксиддисмутазної системи. Характеризуючи рівень активності СОД, можливо передбачувати довговічність насіння (мал. 7) ($r = 0.92$).

В період зберігання насіння найбільш інтенсивних змін в них зазнає ліпідний комплекс (мал. 8). Проведені дослідження показали, що між вмістом ШЮЛ та довговічністю насіння ячменю, кукурудзи та соняшнику спостерігається високий негативний кореляційний зв'язок.

Збільшення строків зберігання насіння призводить до підсилення протеолітичної активності у всіх досліджуваних нами культур. На зміни досліджуваного показника впливає температурний фактор. Збільшення температури обумовлює ріст протеазної активності, причому ступінь дії цього фактора підсилюється з збільшенням строку зберігання насіння. Підсилення протеолітичних процесів пов'язано не з збільшенням актив-



Мал. 7. Довговічність насіння, що відрізняється ізоферментним складом СОД сортів озимого ячменю



Мал. 8. Вміст ШКОЛ в насінні середньої фракції Гібриду соняшнику Одеський 106

ності протеаз, а збільшенням їх кількості в результаті розпаду фермент-інгібіторного комплексу.

Дані кореляційного аналізу показують, що між рівнем активності протеаз та довговічністю насіння ячменю, кукурудзи та соняшнику має місце негативна залежність (-0,88, -0,55, -0,90, відповідно).

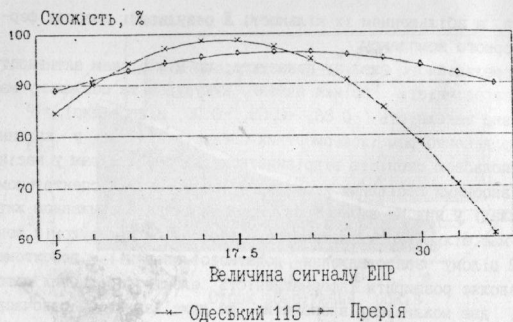
Характер денситограм ізоферментних спектрів естераз у насіння зі зниженою польовою схожістю відрізняється від денситограм у насіння з більш високими посівними якостями. Ізоферментний спектр (компонентний склад) у них не змінюється. Проте насіння з зниженою життєздатністю має більш низьку активність ізоформ в малорухомій зоні фореграм. В цілому запровадження додаткової операції - денситометрування дозволяє розширити інформативність електрофоретичних методів аналізу, дає можливість визначити, що дуже важливо, одночасно сортову належність, чистоту, рівень гібридності та посівні якості насіннєвого матеріалу.

Підходи, оснований на дослідженні особливостей протікання вільнорадикальних реакцій в насінні, відкривають перспективи розробки принципово нових експресних методів оцінки посівних якостей насіння, які можуть бути створені на базі біофізичних методів аналізу, електроніки та комп'ютерної техніки. Метод ЕПР дозволяє, не руйнуючи клітини, практично не втручаючись у вихідний їх стан, в природних умовах досліджувати молекулярну структуру, слідкувати за ходом окислювально-відновлювальних реакцій, вивчати кінетику накопичення та зникнення вільних радикалів при різноманітних діях на досліджувані об'єкти. Встановлено, що життєздатність насіння залежить від вмісту в них нативних вільних радикалів. Насіння зі значно більш низьким вмістом вільних радикалів характеризується нижчою життєздатністю, ніж насіння з оптимальною для них концентрацією вільних радикалів (мал. 9). Залежність між схожістю насіння та величиною сигналу ЕПР у сорта ярого ячменю Одеський 115 описується рівнянням 1, а у сорта Прерія рівнянням 2.

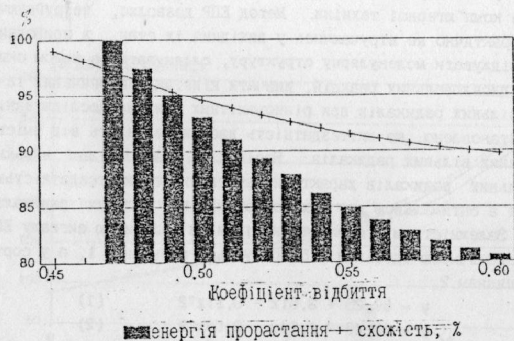
$$y = 69,25 + 3,61x - 0,11x^2 \quad (1)$$

$$y = 83,49 + 1,24x - 0,03x^2 \quad (2)$$

Один і той же рівень концентрації радикалів в залежності від ефективності антиоксидантних систем може чинити різний негативний вплив на фізіологічний стан насіння. Це вказує на необхідність обліку сортових особливостей при використанні біофізичних методів реєстрації концентрації вільних радикалів для діагностики посівних



Мал. 9. Залежність між інтенсивністю сигналу ЕПР насіння ярого ячменю та його схожістю



Мал. 10. Залежність між коефіцієнтом дифузійного відбиття насіння та їх схожістю

властивостей.

Безумовно, що все це реалізується структурно на молекулярному рівні. Нові можливості для вивчення цих змін відкривають флюоресцентні методи досліджень.

Визначалися спектри флюоресценції насіння, які відрізняються за фізіологічним станом, посівними якістьями. Насіння з більш низькими показниками посівних якостей має довжину хвилі реєстрації максимальної флюоресценції в межах 435-445 нм. Покращення якостей насіння характеризується зміщенням максимуму флюоресценції в короткохвильову та довгохвильову частини спектру.

Кінетика затухання флюоресценції характеризується величинами часу існування збудженого стану. Ці показники дають додаткові відомості про конформаційний стан білків. Спектри флюоресценції насіння включають мінімум три компоненти (табл. 2). Погіршення насінних якостей супроводжується зниженням часу життя I та II компонент та збільшенням тривалості життя III компоненти спектру флюоресценції. Такі зміни можуть свідчити про якісні та кількісні зміни в білковому комплексі насіння, яке погіршало свої посівні якості.

Таблиця 2

Посівні якості насіння ячменю та кінетичні характеристики їх спектрів флюоресценції

Енергія проростання, %	Схожість, %	Час життя компонент флюоресценції, нс		
		I	II	III
90	94	0,609 ± 0,040	2,78 ± 0,07	6,768 ± 0,9
85	90	0,424 ± 0,040	2,35 ± 0,10	8,997 ± 2,0
60	65	0,361 ± 0,035	2,12 ± 0,07	9,876 ± 1,1

Для технічного прогресу в галузі хлібопродуктів необхідні методи та підходи, які дозволяють гарантувати отримання певної якості продукції та з необхідною точністю формувати в виробничих умовах потоки поступаючого зерна та насіння в відповідності з їх технологі-

чною вартістю.

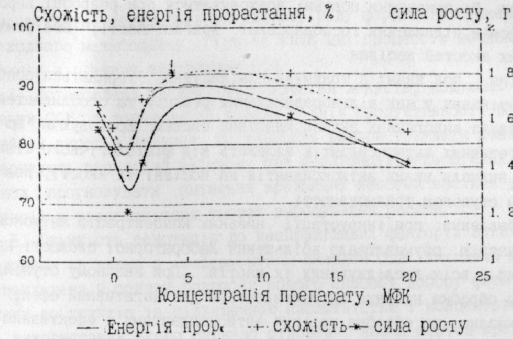
Універсальні аналітичні системи подальшому повинні знайти широке застосування і на підприємствах галузі хлібопродуктів. Тому вивчення можливості використання спектрофотометричних методів аналізу для оцінки якості насіннєвого матеріалу є досить актуальним.

Показано, що погіршення показників посівних якостей повітряно-сухого насіння супроводжується збільшенням у них коефіцієнта дифузійного відбиття (мал. 10). Кореляційна залежність між коефіцієнтом дифузійного відбиття та показниками посівних якостей насіння ячменю досить висока і обумовлена, мабуть, спектральними особливостями поглинання випромінювання біологічно активними формами фітохромів.

В сьомому розділі "Розробка способів обробки насіння, які забезпечують покращення його збереження" розглядаються прийоми дії на насіння з метою підвищення їх довговічності, стимулювання проростання, подальшого росту та розвитку рослини.

Перед виробництвом стоїть завдання не тільки захисту страхових фондів, але й розробки методів направленої дії, уповільнюючих процесу старіння насіння. Одним з перспективних підходів його вирішення є уповільнення старіння з допомогою антиоксидантів.

Показано, що в залежності від концентрації антиоксиданти можуть мати властивості інгібіторів, стимуляторів проростання насіння та явними прооксидантними (підсилюючими вільнорадикальні процеси) властивостями (мал. 11). Встановлено, що ефект дії препаратів залежить від їх концентрації та фізіологічного стану насіння. Низькі антиоксидантні концентрації вповільнюють вільнорадикальні процеси і можуть використовуватись для підвищення господарської довговічності насіння, підвищені концентрації приводять до підсилення в них вільнорадикальних реакцій. Ці зміни, якщо вони не виводять біологічні системи за межі їх стаціонарного стану, обумовлюють підсилення синтетичних процесів, поліпшення показників посівних та врожайних якостей насіння (мал. 12). Передпосівна обробка насіння такими концентраціями препаратів може бути використана для підвищення схожості та збільшення врожаю. Гранично високі, прооксидантні концентрації препаратів визивають підсилення деструктивних явищ та можуть бути використані для моделювання процесів прискореного старіння насіння, діагностики їх довговічності. Фізіологічний стан насіння, ефективність роботи ендогенних антиоксидантних систем багато в чому визначають їх порогову чутливість до дії різних концентрацій анти-



Мал. 11. Вплив анфену натрію на показники посівних якостей насіння ярого ячменю Одеський 115



Мал. 12. Вплив анфену натрію на показники посівних та врожайних якостей насіння ліній та гібридів кукурудзи

оксиданта. Ці показники повинні враховуватися при розробці виробничих прийомів підвищення господарської довговічності, посівних та врожайних якостей насіння.

Зміни, пов'язані з травмуванням насіння, торкаються особливо-стей протікання у них вільнорадикальних реакцій та особливостей функціонування ендогенних антиоксидантних систем. Враховуючи, що ефект дії синтетичних антиоксидантів залежить від фізіологічного стану насіння, вивчали вплив антиоксидантів на посівні їх якості, пов'язані з різним ступенем травмованості.

Добавлення при інкрустації низьких концентрацій антиоксиданта асфену натрію обумовлювало збільшення лабораторної схожості насіння практично у всіх досліджуваних їх партій. При значному ступені травмування обробка насіння антиоксидантами дає негативний ефект.

Показано, що обробка насіння антиоксидантами є ефективним засобом зниження кількості різних груп бактеріальної та грибової мікрофлори насіння і може бути запроваджена в технологічний процес інкрустації насіння.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Встановлено сортовий поліморфізм, тканинна та вікова специфічність СОД у сортів озимого та ярого ячменю, озимої пшениці, лійки та гібридів кукурудзи та сояшнику. Отримані чіткі генотипичні відмінності за алейними варіантами фермента, що дозволило розробити прийоми встановлення сортової належності та сортової чистоти насіння вказаних культур.

2. Електрофорез СОД можна використовувати для контролю рівня гібридності насіння перехреснозаплідних культур на етапах його виробництва, заготівлі, зберігання та реалізації. Розроблено, саме, простий, ефективний метод визначення рівня гібридності насіння кукурудзи, оснований, в одному випадку, на використанні "індикаторних ловушок" вільних радикалів, а в другому випадку, - на реєстрації з допомогою ЕПР інтенсивності вільнорадикальних процесів. Запропоновані методи рекомендовані Міністерством хлібопродуктів СРСР для втілення на підприємствах галузі.

3. Під дією факторів, підсилюючих вільнорадикальні процеси, проходить зменшення вмісту пігментів та в деякій мірі пригнічення фотохімічної активності хлоропластів. Вільнорадикальні інтермедіа-

ти кисню здатні регулювати активність ряду ферментів білкового та вуглеводного метаболізму. Ступінь змін цих процесів неодинаковий в генотипів з різними варіантами СОД.

4. Встановлено зв'язок відмінностей локусів, кодуючих алейні варіанти СОД, з формуванням різних рівнів продуктивності рослин та врожайних якостей насіння. Це дозволяє використовувати дані, що характеризують виявлений зв'язок, при реалізації селекційних програм, а також прогнозувати змінення врожайних якостей насіння у різних генотипів в різноманітних умовах вирощування рослин.

5. Стійкість генотипів до несприятливих факторів зовнішнього середовища зв'язана з ізоферментним складом СОД. Виявлена залежність покладена в основу розробки нового способу добору форм рослин, стійких до ґрунтів із підвищеною кислотністю і концентрацією солей, використанню якого сприяло створенню нових сортів ярого ячменю Геліос та Палідум 107.

6. В процесі зберігання насіння відбувається зменшення активності СОД, що супроводжується зниженням в ньому показників посівних якостей ($r=0,92$). Збільшення строків та погіршення умов зберігання підсилюють процеси перекисного (вільнорадикального) окислення ліпідів в насінні, ступінь проявлення якого залежить від генетичних відмінностей СОД. При цьому спостерігається зміни активності ферментних систем вуглеводного, білкового та ліпідного метаболізму і переведення відновлювальних процесів на альтернативний вільнорадикальний механізм.

7. На основі аналізу ізоферментних спектрів СОД можливо прогнозувати змінення посівних властивостей насіння в процесі зберігання, розробляти методи діагностики їх довговічності, що дуже важливо для правильно організації зберігання посівного матеріалу в сільськогосподарському виробництві і переробній промисловості.

8. Встановлена можливість проводити оцінку схожості насіння використовуючи спектри дифузійного їх відбиття в ближній ділянці інфрачервоного випромінювання. Високі значення коефіцієнтів кореляції (0.78), отриманих оптичних показників з посівними якостями насіння, обумовлені спектральними особливостями поглинання випромінювання біологічно активними формами фітохрому.

9. Життєздатність насіння залежить від вмісту в них вільних радикалів. Насіння зі значно вищим високим та більш низьким вмістом вільних радикалів мають нижчу життєздатність, ніж насіння з опти-

мальною для них концентрацією вільних радикалів ($1.5 \cdot 10^{15}$ - $2.5 \cdot 10^{15}$). Фізіологічний стан насіння, ефективність роботи ендогенних антиоксидантних систем багато в чому визначають порогуву їх чутливість до дії різних концентрацій антиоксидантних препаратів і повинні враховуватись при розробці виробничих прийомів підвищення господарської довговічності, посівних та врожайних якостей насіння.

10. Синтетичні антиоксиданти, які вповільнюють деструктивні вільнорадикальні процеси, вчиняють на насіння як інгібіруючий, так і прооксидантний вплив. Низькі концентрації антиоксидантних препаратів вповільнюють вільнорадикальні процеси, в зв'язку з чим можуть бути використані для підвищення господарської довговічності насіння (у обробленого насіння після 2 років зберігання практично не спостерігається зниження посівних якостей насіння, тоді як у не обробленого насіння зниження схожості досягає 6%). Збільшення концентрації препаратів приводить до підсилення в них вільнорадикальних реакцій, зростанню деструктивних процесів. В випадку, коли застосована концентрація не виводить біологічні системи із стаціонарного стану, то обумовлює покращення показників посівних та врожайних якостей насіння озимого ячменю (анфен натрію - 11.6, яглон - 15%). В гібридів кукурудзи підвищення польової схожості досягає 27.7%, урожайності - 7.7%).

11. Обробка насіння антиоксидантами призводить до значного зменшення в них чисельності бактеріальної (3.0-3.5 разів) та грибової (5.3-5.7) мікрофлори, і може бути включена, як компонент технологічного процесу їх інкрустації. Ефективність обробки насіння антиоксидантами багато в чому визначається ступенем його травмованості. При високому ступеню травмованості така обробка насіння може обумовлювати негативний ефект.

Основний зміст дисертації опубліковано у наступних роботах:
Авторські свідчення

1. А. с. 1425880 СССР. Способ отбора форм ярового ячменя, устойчивых к засолению / Крестинков И.С., Нецветаев В.П., Бирюков С.В. - 1988,
2. А. с. 1517859 СССР. Способ идентификации родительских и гибридных форм кукурузы / Крестинков И.С., Ступа Л.Я. 1989. В.И. N 40.
3. А. с. 1658926 СССР. Способ определения цитогенетических

феноменов /Крестинков И.С., Ступа Л.Я., Данильчук П.В., и др. - 1991. В.И. N 24.

4. А. с. 1664200 СССР. Способ определения чистоты и гибридности семян подсолнечника / Крестинков И.С., Нецветаев В.П., Данильчук П.В. и др. - 1991. В.И. N 27.

5. А. с. 1746953 СССР. Способ определения гибридности семян кукурузы / Крестинков И.С., Кузьмин И.И., Воронцов Г.О. и др. - 1992. В.И. N 26.

6. А. с. 1750509 СССР. Способ определения гибридности семян подсолнечника / Нецветаев В.П., Крестинков И.С., Попереля Ф.А. и др. - 1992. В.И. N 28.

7. А. с. 1761056 СССР. Способ определения гибридности семян кукурузы / Крестинков И.С., Данильчук П.В. - 1992. В.И. N 34.

8. Способ определения посевных качеств гибридных семян кукурузы / Крестинков И.С., Данильчук П.В., Телеганенко Т.М. и др. - Положит. реш. от 20.07.92 по заявке 5024197/13.

Публікації

9. Бабенко В.И., Крестинков И.С. Активность ферментов первичной ассимиляции азота в проростках озимой пшеницы при изменении уровня азотного питания // Научно-технический бюллетень ВСТИ. - Одесса: ВСТИ, 1977. - 28. С. 46-50.

10. Бабенко В.И., Крестинков И.С. Содержание свободных аминокислот в проростках озимой пшеницы при изменении уровня азотного питания // Научные доклады высшей школы. Биологические науки. -1978. - 9. С. 95-98.

11. Бирюков С.В., Бабенко В.И., Крестинков И.С. Изменение активности ферментов первичной ассимиляции азота под влиянием красного и синего света // Научно-технический бюллетень ВСТИ. -1978. 31. С. 47-52.

12. Бирюков С.В., Бабенко В.И., Крестинков И.С. Активность ферментов первичной ассимиляции азота у различающихся по продуктивности сортов озимой пшеницы при облучении красным и синим светом // Сборник научных трудов. Разработка физиолого-биохимических основ отбора на продуктивность. Прага-Рузине. -1978. - С. 81-90.

13. Крестинков И.С., Бирюков С.В. Изменение содержания азота и крахмала в зерне озимой пшеницы в зависимости от обеспеченности нитратами в фазе налива // Научно-технический бюллетень ВСТИ. -Одесса: ВСТИ, 1980. - 35. С. 45-47.

14. Биржков С. В., Крестинков И. С., Комарова В. П. Влияние качества света на морозостойкость растений озимой пшеницы // Доклады ВАСХНИЛ - 1980. - 12. С. 2-4.

15. Крестинков И. С., Биржков С. В. Температурно-световая регуляция активности ферментативных процессов первичного восстановления азота у различных сортов озимой пшеницы // Тезисы докладов Всесоюзной конференции "Биологические аспекты изучения и рационального использования животного мира. Рига. - 1981. - С. 261-262.

16. Бабенко С. В., Биржков С. В., Крестинков И. С. Активность нитратвосстанавливающих ферментов в онтогенезе различающихся по продуктивности сортов озимой пшеницы // Сельскохозяйственная биология. - 1981. - 16, 6, С. 855-857.

17. Биржков С. В., Крестинков И. С. Влияние гербицидов и ретадантов на способность растений озимой пшеницы противостоять действию оттепели // Тезисы докладов регионального совещания "Повышение устойчивости растений к низким температурам". - К.: Наука думка, 1982. - С. 79-80.

18. Крестинков И. С., Биржков С. В. Действие экзогенных регуляторов роста на устойчивость озимой пшеницы к оттепели // Научно-технический бюллетень ВСГИ. - Одесса: ВСГИ, 1982. - 44. С. 24-28.

19. Крестинков И. С., Биржков С. В. К вопросу об использовании показателей активности нитратвосстанавливающих ферментов в качестве критериев оценки селекционного материала на продуктивность // Сборник научных трудов. Селекция и особенности агротехники пшеницы. Мирановский НИИ селекции и семеноводства пшеницы. - 1983. - 8. С. 15-17.

20. Крестинков И. С., Комарова В. П., Биржков С. В. Динамика фотосинтетического потенциала и активность нитратвосстанавливающих систем у разных сортов озимой пшеницы // Тезисы докладов Республиканской конференции "Физиологические основы повышения продуктивности и устойчивости зерновых культур. Целиноград. - 1984. - С. 82-83.

21. Биржков С. В., Крестинков И. С. Особенности ассимиляции азота озимой пшеницы при различных температурах // Доклады ВАСХНИЛ. - 1984. - 12. С. 13-15.

22. Биржков С. В., Крестинков И. С. Характеристика нитратвосстанавливающих систем у различных генотипов озимой пшеницы // Сборник научных трудов "Физиологические аспекты продуктивности и устойчивости озимой пшеницы к стрессовым воздействиям. Одесса. - 1984. - С. 51-60.

23. Биржков С. В., Хангильдин В. В., Крестинков И. С. Выделение связи нитратвосстанавливающей активности флагового листа с продукционными признаками у сортов и гибридов озимой пшеницы в связи с созданием сортов интенсивного типа // Научно-технический бюллетень ВСГИ. - Одесса: ВСГИ, 1985. - 56. С. 24-28.

24. Биржков С. В., Хангильдин В. В., Комарова В. П., Крестинков И. С. Взаимосвязь между продуктивностью и физиологическими параметрами ассимиляционного аппарата растений озимой пшеницы в связи с созданием сортов интенсивного типа // Сельскохозяйственная биология. - 1986. - 12. С. 8-13.

25. Биржков С. В., Хангильдин В. В., Комарова В. П., Крестинков И. С. Влияние ассимиляционных параметров флагового листа на урожай зерна и его компоненты у озимой пшеницы // Тезисы докладов международного совещания "Теоретические и прикладные аспекты селекции и семеноводства пшеницы, ржи, ячменя, тритикале. Прага-Рузине. - 1986. - С. 31.

26. Крестинков И. С., Нещетаев В. П., Биржков С. В. Генотипическая изменчивость корневой супероксиддисмутазы у ярового ячменя // Научно-технический бюллетень ВСГИ. - Одесса: ВСГИ, 1987. - 62. С. 35-40.

27. Крестинков И. С., Шеремет А. М., Линчевский А. А., Биржков С. В. Генеогеографические особенности распределения изоферментов супероксиддисмутазы, выделенной из корней озимого ячменя // Доклады ВАСХНИЛ. - 1987. - 4. С. 10-13.

28. Крестинков И. С., Биржков С. В., Нещетаев В. П., Линчевский А. А. Полиморфизм ярового ячменя по зерновой супероксиддисмутазной системе // Научно-технический бюллетень ВСГИ. - Одесса: ВСГИ, 1987. - 63. С. 22-25.

29. Нещетаев В. П., Крестинков И. С. Генетический контроль изоферментов супероксиддисмутазы ячменя // Тезисы докладов Всесоюзной конференции "Физиолого-генетические основы повышения продуктивности зерновых культур. Алма-Ата. - 1987. - С. 254.

30. Нещетаев В. П., Крестинков И. С. Белковость и продуктивность ярового ячменя в зависимости от изоферментного состава супероксиддисмутазы // Научно-технический бюллетень ВСГИ. - Одесса: ВСГИ, 1987. - 66. 50-53.

31. Крестинков И. С., Нещетаев В. П., Возжов В. Ф., Науменко В. И. Физиолого-биохимические изменения различных по локусам СОД ге-

нотипов ярового ячменя под действием нейтронного облучения // Научно-технический бюллетень ВСТИ. - Одесса: ВСТИ, 1988. - 70. С. 23-27.

32. Вожов В. Ф., Крестинков И. С., Нещетаев В. П. Использование генератора нейтронов НГ-150 для активационного определения азота белка и изучение мутагенного эффекта в процессе анализа // Тезисы докладов VI Всесоюзного совещания по применению заряженных частиц в народном хозяйстве. Октябрь 11-13, Ленинград. - М.: ЦНИИ Атоминформ, 1988. -

33. Крестинков И. С., Кузьмин И. И., Воронцов Г. О. Генетические методы контроля качества семенного материала кукурузы, заготавливаемого предприятиями системы хлебопродуктов // Тезисы докладов областной межвузовской научно-практической конференции "Социально-экономические и научно-технические проблемы агропромышленного комплекса. Одесса. -1989. - С. 51.

34. Жеребин Ю. Л., Панасюк О. И., Козлов Г. Ф., Крестинков И. С. Биоксиданты и создание новой технологии приготовления пшеничного хлеба // Тезисы докладов III Всесоюзной конференции "Биоксиданты" Т. 1, 1989.

35. Нещетаев В. П., Крестинков И. С. Изоферментный состав супероксиддисмутазы зерна и продуктивность растений ярового ячменя // Цитология и генетика. - 1989. - 6. С. 33-37.

36. Крестинков И. С., Шермет А. М. Изменение продуктов свободнорадикального окисления липидов и их связь с морозостойкостью озимого ячменя // Научно-технический бюллетень ВСТИ. - Одесса: ВСТИ, 1989. - 72. С. 23-27.

37. Крестинков И. С. Аспекты свободнорадикальной регуляции активности протеолитических ферментов // Доклады ВАСХНИЛ - 1990. - 12. С. 5-8.

38. Крестинков И. С. Жизнеспособность семян ячменя в процессе хранения в связи с различиями по супероксиддисмутазной системе // Сборник научных трудов. Селекция ячменя на повышение адаптивности с целью увеличения и стабилизации урожая. Одесса. -1990. - С. 61-64.

39. Крестинков И. С., Нещетаев В. П., Вожов В. Ф., Науменко В. И. Реакция различающихся по супероксиддисмутазе генотипов ячменя на нейтронное облучение малыми дозами // Радиобиология. - 1990. - 4. С. 523-525.

40. Крестинков И. С., Телеганенко Т. Электрофоретические методы контроля уровня гибридности семян пожелтеника // Тезисы докладов

юбилейной 50 научно-практической конференции ОТИП им. М. В. Ломоносова "Научно-технические проблемы развития агропромышленного комплекса". Одесса. -1990. - С. 99.

41. Крестинков И. С., Данильчук П. В., Артюшенко П. Н. Физиолого-генетические аспекты устойчивости растений и жизнеспособности семян зерновых культур // Тезисы докладов юбилейной 50 научно-практической конференции ОТИП им. М. В. Ломоносова "Научно-технические проблемы развития агропромышленного комплекса". Одесса. -1990. - С. 101.

42. Крестинков И. С., Шермет А. М., Биржов С. В., Диденко Л. Н. Реакция сортов озимого ячменя, различающихся по изоферментному составу супероксиддисмутазы на действие гербицидов // Научно-технический бюллетень ВСТИ. -Одесса: ВСТИ, 1990. - 90. С. 35-39.

43. Крестинков И. С., Нещетаев В. П., Поморцев А. А. и др. Продуктивность ярового ячменя в различных почвенно-климатических зонах в зависимости от изоферментного состава супероксиддисмутазы // Доклады ВАСХНИЛ -1991. - 3. С. 2-5.

44. Крестинков И. С., Евдокимова Г. И., Шермет А. М. Влияние антиоксидантов на микрофлору семян ячменя // Научно-технический бюллетень ВСТИ. - Одесса: ВСТИ, 1992. - 82. С. 42-45.

45. Крестинков И. С., Нещетаев В. П., Шермет А. М., Ступа Л. Я. Возможности использования полиморфизма супероксиддисмутазы в сортовом контроле // Научно-технический бюллетень ВСТИ. - Одесса: ВСТИ, 1992. - 83. С. 39-44.

46. Крестинков И. С. Современные методы сортового контроля зерновых культур // Известия вузов. Пищевая технология. -1992. - 5-6. С. 79-81.

47. Крестинков И. С., Евдокимова Г. И. Влияние антиоксидантов на изменение фитосанитарного состояния семян в процессе их хранения // Тезисы докладов 53 научной конференции ОТИП, Одесса. -1993. - С. 27.

48. Крестинков И. С. Замедление процессов старения семян синтетическими антиоксидантами // Тезисы докладов 53 научной конференции ОТИП, Одесса. -1993. - С. 14.

49. Данильчук П. В., Маматов Н. А., Крестинков И. С. Влияние препаратов, применяемых при протравливании и инкрустации, на изменение посевных свойств при кратковременном и длительном хранении семян кукурузы // Тезисы докладов 53 научной конференции ОТИП, Одесса. -1993. - С. 13.

50. Netsvetaev V.P., Krestinkov I.S. Chromosomal position of superoxide dismutase locus, Sod 1 (=Sod B), in barley // Barley Genetics Newsletter. - 1993. - 22. P. 357.

51. Невцветаев В.П., Поморцев А.А., Крестинков И.С. Распространение аллелей локуса Sod S у сортов ярового ячменя, районированных на территории СССР (бывшего) // Тезисы докладов I Международного совещания по молекулярно-генетическим маркерам растений, Киев. -1994.-

52. Крестинков И.С. Разработка методов оценки и улучшения качества семян зерновых культур // Тезисы докладов 54 научной конференции ОТИП, Одесса. -1994.