

Кирпа М. Я., Станкевич Г. М., Стюрко М. О.

КУКУРУДЗА: збирання, сушіння, якість



УДК [633.15 : 631.53.02] - 021.4
ББК П212.2 : П148 : Л821
К38

Кирпа М. Я., Станкевич Г. М., Стюрко М. О.

К38 Кукурудза: збирання, сушіння, якість : Монографія – Одеса: КП ОМД, 2015. – 150 с.

Розглянуто фізіолого-біологічні основи проростання насіння, показані особливості насіннеутворення та формування схожості насіння гібридів кукурудзи в процесі дозрівання. Показано вплив на формування схожості насіння гібридів кукурудзи температурного фактору при сушінні та проморожування на етапі збирання і обробки.

Наведена порівняльна характеристика існуючих методів оцінки схожості насіння гібридів кукурудзи та запропоновано більш ефективний модифікований метод холодного пророщування. Показана ефективність рекомендованих способів збирання, сушіння, формування схожості насіння гібридів кукурудзи та методів оцінки їх схожості.

Для фахівців у галузі селекції, насінництва, післязбиральної обробки та зберігання зерна, а також для студентів та аспірантів, що навчаються за вказаними напрямками.

Рецензенти:

Б.В. Дзюбецький, д-р с.-г. наук, професор, акад. НААН України, зав. відділу селекції і насінництва, ДУ Інститут сільського господарства степової зони НААН України;

В.В. Ващенко, д-р с.-г. наук, професор, зав. кафедри селекції і насінництва, Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет;

М. Р. Мардар, д-р техн. наук, професор, Одеська національна академія харчових технологій.

ISBN 978-617-637-093-2

© Кирпа М.Я., Станкевич Г.М., Стюрко М.О.

ВСТУП

Останнім часом в Україні значно збільшуються об'єми виробництва зерна кукурудзи. Збільшення досягається за рахунок освоєння нових технологій вирощування цієї культури, впровадження високопродуктивних гібридів, адаптованих до різних погодно-кліматичних умов розміщення кукурудзи, використання високоякісного посівного матеріалу. Наукові дослідження та досвід господарств показує, що від насіння з високими посівними і врожайними властивостями врожай зерна кукурудзи збільшується на 12-20 %.

Схожість насіння найбільшою мірою характеризує його якість. Проте, вплив факторів на формування схожості в процесах дозрівання, збирання та сушіння гібридів кукурудзи досліджено ще недостатньо. Не повністю з'ясовано вплив збиральної вологості, вологовіддачі, критично низьких (мінусових) температур та способів сушіння, що залежать від сортових особливостей гібридів. Потребує подальшого дослідження зв'язок лабораторної схожості насіння з польовою, з показниками росту і розвитку рослин, їх продуктивністю в умовах зміни клімату. Важливе науково-практичне значення має також розробка нових, ефективніших методів оцінки схожості, у тому числі на основі холодного пророщування насіння.

У поданій на розсуд учених та практиків монографії, автори, на основі аналізу літературних джерел та результатів власних наукових досліджень, проведених в ДУ «Інститут сільськогосподарства степової зони НААН України», та з використанням напрацювань в галузі сушіння зерна фахівців Одеської національної академії харчових технологій, зробили спробу систематизувати особливості насіннеутворення та формування схожості насіння гібридів кукурудзи у процесі їх дозрівання, збирання і сушіння, показали закономірності вологовіддачі та накопичення сухої речовини, уточнили термостійкість і способи сушіння, розкрили вплив факторів проморожування на посівні та врожайні властивості гібридів кукурудзи, а також запропонували удосконалені методи визначення їх схожості.

сне проростання насіння, у тому числі ще незрілого, спричинюючи так званий період післязбирального дозрівання на певний термін [11, 12].

Дія гальмівників не специфічна, і не конкретна для певної культури, вони пригнічують проростання як основного насіння, так і насіння інших видів. Поруч з цим, деякі гальмівники зовсім не діють на процес проростання насіння інших видів рослин або викликають навіть його стимуляцію [11].

Процес проростання насіння регулюється фітогормонами. Синтез білка, що каталізує розпад складних зв'язків на більш прості, регулюється гормоном гібереліном, який надходить із зародка в алейроновий шар. Сформовані ферменти нуклеази і протеази сприяють розпаду нуклеїнових кислот і білка. У результаті, в насінні з'являються нуклеотиди, з яких формуються гормони, що належать до групи цитокінінів, і амінокислоти, такі як триптофан, з якого формуються ауксини. Під дією ауксинів і цитокінінів починається поділ і розтяг клітин зародка, який прориває клітинну оболонку [13].

Зміна якості насіння спостерігається і в результаті збирання (особливо механізованого), післязбиральної обробки, а також у процесі зберігання (під дією мікроорганізмів і комах). Зміни, як правило, спрямовані в бік погіршення якості і схожості насіння. При цьому, окрім прямої дії (виїдення комахами, пліснявіння від грибів), послаблюється стійкість насіння, знижується його сила росту і енергія проростання. Також у масі насіння розпочинаються фізичні аномалії і особливі фізіологічні процеси (самозігрівання, інтенсивне дихання, прискорена витрата запасних речовин) [14].

Часто польова схожість насіння теплолюбивих рослин виявляється значно нижчою за лабораторну в зв'язку з тим, що в умовах холодного ґрунту на них діють патогенні мікроорганізми. Основними патогенами, є гриби роду *Fusarium*, *Penicillium*, *Mucor*, *Pythium*, *Aspergillus*, які широко розповсюджені в ґрунтах і є представниками епіфітотної мікрофлори. Грибна патогенна мікрофлора, розвиваючись в холодних ґрунтах, виділяє токсичні речовини, які отруюють зародок насіння і знижують

схожість [15-17]. У такому разі, показники польової схожості можливо покращити протруєнням насіння пестицидами.

Недозріле насіння, на відміну від повністю визрілого, значно більше пошкоджується патогенною мікрофлорою, особливо під час сівби в недостатньо прогрітий ґрунт [16].

Схожість насіння деяких теплолюбивих рослин може різко знижуватись при дії на них низьких позитивних температур. Це відбувається не в результаті розвитку патогенних мікроорганізмів, а в зв'язку з порушенням обміну речовин [18].

Встановлено ще ряд інших особливостей, які проявляються у процесі проростання насіння [18-28]. До них належить поява так званого твердого насіння, що може довго не проростати, незважаючи на оптимальні умови. По-перше, такий стан пояснюється, періодом післязбирального дозрівання, а по-друге, наявністю у насіння якогось внутрішнього гальмівника. Пропонується цей гальмівник знімати дією на насіння тими чи іншими факторами навколишнього середовища або ж своєрідним стресом (низькі температури, світло, хімічні речовини або механічна дія).

1.2 Абіотичні фактори проростання і формування схожості насіння

Насіння – організм, готовий до активного життя, але розбудити його може комплекс зовнішніх абіотичних факторів. До абіотичних факторів проростання належать вода, тепло, світло, повітря, поживні речовини, рН реакція ґрунту. Тому на формування схожості насіння великий вплив має як місце їх формування на рослині, так і умови навколишнього середовища.

Тільки при своєчасному проростанні насіння, утворений проросток, потрапивши в оптимальні умови розвитку, зможе швидко укорінитись і потім нормально рости і розвиватись.

Вплив води на проростання насіння. Вода, що приймає участь в багатьох хімічних реакціях і є середовищем для проходження процесів життєздатності в рослинах – це необхідний фактор зовнішнього середовища в пробудженні насіння.

Сам процес водопоглинання контролюється двома основними групами факторів: зміною градієнта водного потенціалу ґрунту і комплексом екологічних дій (зовнішні фактори); а також фізіолого-біохімічними особливостями насіння і насінневих оболонок (внутрішні фактори).

Проростання спонукається активізацією ферментних систем зародка і всієї насіннини, що призводить до ростових процесів.

Умовно процес проростання насіння можна розділити на ряд послідовних етапів: водопоглинання, набухання, ріст первинних корінців, розвиток проростка, становлення проростка [20, 29]. М. К. Їжик фазу водопоглинання об'єднує з фазою набухання [9].

Фаза водопоглинання. Це фізичний процес, під час якого, сухе насіння, що знаходиться в стані спокою, поглинає воду з субстрату до настання критичної вологості, яка є визначеною величиною для кожної культури (можливо, навіть, сорту чи гібрида). Тривалість цього процесу до досягнення рівня обводненості, при якому розпочинається активне життя клітини (критична вологість), як і сам цей рівень, залежать від температури і вологості субстрату, від якого насіння бере воду, і ряду спадкових і неспадкових властивостей насіння. Це перший і необхідний процес в пробудженні насіння.

Кукурудза поглинає при проростанні близько 44,0 % води. Цей рівень насиченості насіння водою достатній для початку активації процесів проростання. Найбільш інтенсивне поглинання води насінням кукурудзи спостерігається в перші 6 год., а потім цей процес проходить менш активно [18, 30].

Фаза набухання – в насінні з'являється вільна вода, вміст якої, збільшуючись, закінчується на рівні, що є достатнім для забезпечення метаболізму речовин, зв'язаному з проростанням. У цей період відбувається біохімічна підготовка для росту проростка. Фаза характеризується збільшенням об'єму та маси насіннини внаслідок поглинання води. Ферментна система активізується, клітини збільшуються у розмірах, розтягуються. Зародковий корінець з'являється над оболонкою насіннини.

Головною умовою для проходження перших двох етапів проростання є наявність води доступної насінню, в результаті чого проходить набухання частин насіння, а також структурні і метаболітичні зміни. Вода проникає в насінину через певні частини поверхні, в насіння злаків це відбувається по лінії сполучення зародка з ендоспермом. Тривалість набухання залежить від температури навколишнього середовища, будови оболонки насіння і його хімічного складу, а також від розміру насінини. Абсолютна кількість поглинутої води проростаючим насінням однієї і тієї ж рослини, навіть із однієї партії насіння може різко відрізнятись [19, 31, 32]. Вода, проникаючи через шкірку в міжклітинні простори та клітини, виводить зародок насінини зі стану спокою.

Набухання в різних частинах насіння проходить неоднаково. И. Г. Строна відмітив, що зародок і ендосперм насіння злаків поглинає воду по-різному. Зародок поглинає воду майже в два рази швидше, ніж ендосперм. Залежно від ряду умов насіння злаків по-особливому розпочинає поглинання води з моменту зіткнення з нею [29].

Так, наприклад, велика кількість води при набуханні надто пересушеного насіння може призвести до швидкого її поглинання, в результаті чого, насіння може відреагувати розривом клітинних структур. Для запобігання цього необхідно надати можливість такому насінню спочатку поступово поглинати вологу, наприклад, із вологої атмосфери, тобто парів води. Надалі насіння вже може поглинати краплинно рідку вологу шляхом безпосереднього контакту з нею [14].

Встановлено, що надто велике перезволоження насіння кукурудзи до початку основного проростання призводить до значного зниження схожості, отримання дефектних проростків, а в подальшому ненормально розвинутих рослин [18, 31].

Знання про оптимальну кількість поглиненої води, необхідної для початку проростання насіння, дуже важливе з практичного боку. Знаючи необхідну кількість води, можна правильно вибрати строк сівби насіння, а також встановити необхідність пересіву при несприятливих весняних погодних умовах.

Оводненість насіння кукурудзи, при якій розпочинається проростання, становить 28-47 % (вологість, % на сиру вагу).

Швидкість набухання визначається також екологічними умовами в яких сформувалось і виросло насіння на материнському організмі.

Фаза росту первинних корінців розпочинається з моменту поділу клітин первинного корінця. Водночас з ростом корінців проходять біохімічні процеси, завдяки яким складаються умови для можливості росту проростка.

Фаза розвитку ростка характеризується його появою. У цій фазі проросле насіння вже не може при підсиханні повернутись у стан спокою і «чекати» сприятливих умов, що досить легко може здійснитись на попередніх фазах проростання. Молода рослина, що вступила в цю фазу, при зневодненні до рівня, звичайно властивого насінню, гине. Ця фаза розвитку завершується появою у проростка сформованого колеоптіля.

Фаза становлення проростка триває до переходу рослини на автотрофне живлення, у тому числі за рахунок фотосинтезу.

Отже, перша і друга фаза (водопоглинання – набухання) зворотні, тобто чергування зволоження і підсушування в цей період ще зберігають життєздатність насіння. Наступні три фази (ріст первинних корінців – розвиток ростка – становлення проростка) повністю незворотні і пов'язані із синтетичними процесами.

Можемо ще спостерігати погіршення якості насіннєвого матеріалу, коли сухе насіння змінює вміст вологи. Таке явище особливо проявляється в польових умовах, де неодноразові коливання вологості і температури послаблюють міцність зовнішньої оболонки. У результаті цього порушується механізм руху води, виникає ушкодження тканин всередині зародка, витрачаються необхідні для проростання метаболіти. У цих місцях розповсюджуються патогенні гриби, які вражають насінину. Таке руйнування кліткових структур проявляється за умови постійного чергування періодів пересихання – перезволоження і аномального росту ростків. Як правило, з цих проростків не отримують нормальних сходів, розвинених рослин, не має високої продуктивності та врожайності.

Температура середовища – фактор, під дією якого протікають всі фізіологічні процеси, що проходять у живому організмі з часу проростання насіння і до визрівання врожаю. У зв'язку з цим дослідження впливу температурного фактору має важливе науково-практичне значення для встановлення особливостей проростання і формування схожості насіння. Особливе значення цей фактор має для кукурудзи, оскільки її вегетаційний період є тривалим і включає як низькі так і відносно підвищенні температури.

Для набухання і проростання насіння потрібна різна температура, до того ж температура, при якій проходить набухання, значно впливає на фізіологічні процеси на стадії проростання. На ранніх стадіях набухання температура є критичним фактором, який зумовлює розвиток проростка. Встановлено, що набухання насіння з низькою вологістю при температурі 5 °C призводило до погіршення росту зародкового коріння та зниження рівня його виживання. Такі проростки мали низький вміст сухої речовини, легко уражувались грибковими хворобами, а їх подальший ріст і розвиток затримувався [14, 33-36]. У результаті рослини в польових умовах були послабленими, посіви зрідженими. Таке погіршення якості насіння пояснювалось неповним використанням поживних речовин, що повинні бути задіяні в процесі проростання. Адже для появи сходів потрібна вища температура, ніж для проростання насіння [18, 30, 37].

Також було досліджено, що насіння, яке має велику абсолютну вагу, при пророщуванні в умовах понижених температур має підвищену польову схожість і дає більш міцні проростки [18, 38].

Активне проростання насіння кукурудзи починається тоді, коли температура на глибині його загортання сягає 10-12 °C. При подальшому підвищенні температури динаміка проростання насіння закономірно збільшується. Якщо ж температура протягом тривалого часу тримається на позначці 0-5 °C проростання йде повільно. При зниженні температури нижче ніж -2 °C, проростки можуть пошкоджуватись морозом, але потім вони здатні відновлюватись. Це залежить від сортових особливостей, що слід враховувати, встановлюючи дату сівби [18, 39-42].

Оводненість насіння кукурудзи, при якій розпочинається проростання, становить 28-47 % (вологість, % на сиру вагу).

Швидкість набухання визначається також екологічними умовами в яких сформувалось і виросло насіння на материнському організмі.

Фаза росту первинних корінців розпочинається з моменту поділу клітин первинного корінця. Водночас з ростом корінців проходять біохімічні процеси, завдяки яким складаються умови для можливості росту проростка.

Фаза розвитку ростка характеризується його появою. У цій фазі проросле насіння вже не може при підсиханні повернутись у стан спокою і «чекати» сприятливих умов, що досить легко може здійснитись на попередніх фазах проростання. Молода рослина, що вступила в цю фазу, при зневодненні до рівня, звичайно властивого насінню, гине. Ця фаза розвитку завершується появою у проростка сформованого колеоптиля.

Фаза становлення проростка триває до переходу рослини на автотрофне живлення, у тому числі за рахунок фотосинтезу.

Отже, перша і друга фаза (водопоглинання – набухання) зворотні, тобто чергування зволоження і підсушування в цей період ще зберігають життєздатність насіння. Наступні три фази (ріст первинних корінців – розвиток ростка – становлення проростка) повністю незворотні і пов'язані із синтетичними процесами.

Можемо ще спостерігати погіршення якості насіннєвого матеріалу, коли сухе насіння змінює вміст вологи. Таке явище особливо проявляється в польових умовах, де неодноразові коливання вологості і температури послаблюють міцність зовнішньої оболонки. У результаті цього порушується механізм руху води, виникає ушкодження тканин всередині зародка, витрачаються необхідні для проростання метаболіти. У цих місцях розповсюджуються патогенні гриби, які вражають насінину. Таке руйнування кліткових структур проявляється за умови постійного чергування періодів пересихання – перезволоження і аномального росту ростків. Як правило, з цих проростків не отримують нормальних сходів, розвинених рослин, не має високої продуктивності та врожайності.

Температура середовища – фактор, під дією якого протікають всі фізіологічні процеси, що проходять у живому організмі з часу проростання насіння і до визрівання врожаю. У зв'язку з цим дослідження впливу температурного фактору має важливе науково-практичне значення для встановлення особливостей проростання і формування схожості насіння. Особливе значення цей фактор має для кукурудзи, оскільки її вегетаційний період є тривалим і включає як низькі так і відносно підвищенні температури.

Для набухання і проростання насіння потрібна різна температура, до того ж температура, при якій проходить набухання, значно впливає на фізіологічні процеси на стадії проростання. На ранніх стадіях набухання температура є критичним фактором, який зумовлює розвиток проростка. Встановлено, що набухання насіння з низькою вологістю при температурі 5 °C призводило до погіршення росту зародкового коріння та зниження рівня його виживання. Такі проростки мали низький вміст сухої речовини, легко уражувались грибовими хворобами, а їх подальший ріст і розвиток затримувався [14, 33-36]. У результаті рослини в польових умовах були послабленими, посіви зрідженими. Таке погіршення якості насіння пояснювалось неповним використанням поживних речовин, що повинні бути задіяні в процесі проростання. Адже для появи сходів потрібна вища температура, ніж для проростання насіння [18, 30, 37].

Також було досліджено, що насіння, яке має велику абсолютну вагу, при пророщуванні в умовах понижених температур має підвищену польову схожість і дає більш міцні проростки [18, 38].

Активне проростання насіння кукурудзи починається тоді, коли температура на глибині його загортання сягає 10-12 °C. При подальшому підвищенні температури динаміка проростання насіння закономірно збільшується. Якщо ж температура протягом тривалого часу тримається на позначці 0-5 °C проростання йде повільно. При зниженні температури нижче ніж -2 °C, проростки можуть пошкоджуватись морозом, але потім вони здатні відновлюватись. Це залежить від сортових особливостей, що слід враховувати, встановлюючи дату сівби [18, 39-42].

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
Розділ 1. ФІЗІОЛОГО-БІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ ТА ФОРМУВАННЯ ЙОГО СХОЖОСТІ.....	4
1.1 Біологічні фактори проростання і формування схожості насіння.....	5
1.2 Абіотичні фактори проростання і формування схожості насіння.....	7
1.3 Показники та методи оцінки якості (схожості) насіння...	15
Розділ 2. МЕТОДИКИ, МАТЕРІАЛИ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	24
2.1 Методика лабораторних дослідів.....	24
2.2 Методика польових дослідів.....	27
2.3 Ґрунтово-кліматичні умови місця досліджень.....	29
2.4 Матеріали для досліджень.....	35
Розділ 3. ОСОБЛИВОСТІ НАСІННЕУТВОРЕННЯ ТА ФОРМУВАННЯ СХОЖОСТІ НАСІННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ В ПРОЦЕСІ ДОЗРІВАННЯ.....	40
3.1 Вологість і вологовіддача насіння гібридів кукурудзи в процесі дозрівання.....	40
3.2 Маса 1000 насінин і динаміка накопичення сухої речовини в процесі дозрівання насіння гібридів кукурудзи...	47
3.3 Схожість насіння та динаміка її зростання в процесі дозрівання гібридів кукурудзи.....	52
Розділ 4. ТЕМПЕРАТУРНИЙ ФАКТОР У ФОРМУВАННІ СХОЖОСТІ НАСІННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ПРИ СУШІННІ.....	57
4.1 Техніко-технологічні параметри сушіння та способи енергозбереження у типових кукурудзосушарках.....	57
4.2 Вплив способів і температурних режимів сушіння на лабораторну схожість і силу росту насіння гібридів кукурудзи.....	64
4.3 Вплив способів і температурних режимів сушіння на польову схожість насіння, ріст і розвиток рослин.....	71
4.4 Вплив способів і температурних режимів сушіння на врожайність насіння гібридів кукурудзи.....	77

Розділ 5. ВПЛИВ ПРОМОРОЖУВАННЯ НА ФОРМУВАННЯ СХОЖОСТІ НАСІННЯ В ПРОЦЕСІ ЗБИРАННЯ ТА ОБРОБКИ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ	81
5.1 Вплив проморожування на енергію проростання і лабораторну схожість насіння	81
5.2 Вплив проморожування на польову схожість насіння, ріст і розвиток рослин	84
5.3 Вплив проморожування на врожайність насіння гібридів кукурудзи	89
5.4 Особливості проморожування насіння кукурудзи у природних умовах	91
Розділ 6. ОЦІНКА СХОЖОСТІ НАСІННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ	94
Розділ 7. ЕФЕКТИВНІСТЬ ОПТИМАЛЬНИХ СПОСОБІВ ЗБИРАННЯ І СУШІННЯ НАСІННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ТА МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЙОГО СХОЖОСТІ	101
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	111
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	116
ДОДАТКИ	141

Друкується за рішенням вченої ради Одеської національної
академії харчових технологій, протокол № 4 від 03.11.2015 р.

Наукове видання

Кирпа Микола Якович
Станкевич Георгій Миколайович
Стюрко Марина Олександрівна

Кукурудза: збирання, сушіння, якість

Монографія

Друкується в авторській редакції

Комп'ютерна верстка Станкевич Г.М.

Підписано до друку 17.11.2015. Формат 60х84/16

Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman

Друк офсетний. Ум. друк. арк. 8,72

Наклад 100 прим. Замовл. № 673

Видавництво КП ОМД

(свідоцтво ДК № 774 від 17.01.2002 р.)

Надруковано в КП «Одеська міська друкарня»

65012, Одеса, вул. Пантелеймонівська, 17