

ВПЛИВ ПРОМОРОЖУВАННЯ НАСІННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ НА ЙОГО ЯКІСТЬ

КИРПА М.Я. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0002-6893-8180

Інститут зернових культур Національної академії аграрних наук України

СТАСІВ О.Ф. – кандидат економічних наук, доцент
orcid.org/0000-0003-3737-739X

Інститут сільського господарства Карпатського регіону
Національної академії аграрних наук України

БОДЕНКО Н.А. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-5881-4440

Інститут зернових культур Національної академії аграрних наук України

ЛАВРИНЕНКО Ю.О. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0001-9442-8793

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Кукурудза належить до пізньостиглих культур, тому нерідко під час збирання підпадає під дію несприятливих погодно-кліматичних чинників. Одним із таких чинників є низькі температури повітря, які призводять до проморожування насіння і значно впливають на його якість. Аналіз показує, що навіть в умовах Степу перші приморозки можуть наставати у другій – третій декадах жовтня, тобто тоді, коли кукурудза ще в полі або ж у стадії збирання. За нашими даними, вірогідність перших приморозок у межах $-2-5$ °C, які трапляються наприкінці жовтня, становить в останні роки до 60–70% [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З огляду на важливість наряду, свого часу були проведені дослідження впливу проморожування на схожість насіння кукурудзи [2]. Встановлено, що суттєве пониження схожості може наставати за температури повітря від -3 °C і нижче. Виходячи з результатів дослідження, навіть пропонувалась методика індивідуального відбору насіння кукурудзи за ознакою морозостійкості [3].

Негативну дію низьких температур на посівні якості насіння виявлено також в інших дослідках [4–7]. Унаслідок проморожування значна частина насіння набувала низької схожості та сили росту. Визначення схожості рекомендується проводити різними методами, оскільки стандартні не завжди виявляють ступінь і рівень ушкодження. Додається, що проморожування насіння може значно знижувати стійкість та схожість у процесі тривалого зберігання, тобто послаблюється його довговічність [8].

Незважаючи на проведені дослідження, вплив проморожування на якість насіння гібридів кукурудзи встановлено недостатньо. Не з'ясовано залежність між різною вологістю насіння, температурою й експозицією проморожування. Невідомий вплив низьких температур на продуктивність рослин, зокрема на їхній ріст, розвиток і врожайність. Немає рекомендацій щодо особливостей сушіння вологих проморожених качанів, що має велике практичне значення в насінництві кукурудзи, насамперед у зонах Лісостепу та Полісся.

Мета статті. Встановити вплив умов проморожування на посівні та врожайні властивості насіння гібри-

дів кукурудзи залежно від їхньої збиральної вологості, визначити оптимальні режими сушіння проморожених качанів.

Матеріали та методика досліджень. У дослідках задіяні гібриди кукурудзи Любава 279МВ (FAO 270), Збруч і Розівський 311СВ (FAO 310), які збирали з вологістю зерна в межах 18–38%. Свіжозірвані качани проморожували в морозильній камері за температури $-3-5$, $-8-10$ °C за експозиції 6, 12 і 24 години. Сушіння вологих проморожених качанів проводили в лабораторних сушарках за температури нагріву насіння 30 і 40 °C до вологості насіння в межах 13–14%. Показники якості насіння – вологість, енергія проростання і схожість, визначали за методами стандарту ДСТУ 4138 [9]. Також визначали схожість за методом холодного пророщування за змінної температури 8–10 і 20–22 °C упродовж 14 діб у кліматичних камерах [10]. Польову схожість насіння, показники росту і розвитку рослин та врожайність зерна гібридів кукурудзи із промороженого насінневого матеріалу встановлювали згідно з методичними рекомендаціями [11]. Досліди (лабораторні і польові) виконували в наукових підрозділах ДУ ІЗК Національної академії аграрних наук України (далі – НААН) та в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН. Дані дослідів обраховували математичними методами з метою оцінки достовірності та порівняння результатів [12].

Результати досліджень. Встановлено особливу залежність між проморожуванням і якістю насіння залежно від його вологості (табл. 1). Проморожування за вологості 36–38% і температури $-3-5$ °C призводило до зниження схожості за різними методами пророщування насіння – стандартним і холодним тестом. За стандартного зниження становило в межах 4–19%, холодним тестом – 8–13% порівняно з контролем та залежно від експозиції проморожування. Сушіння промороженого насіння варто вести з дотриманням м'яких режимів і температури нагріву насіння не вище 30 °C. Очевидно, що швидке сушіння надто вологих проморожених качанів діє негативно на процес післязбирального дозрівання і формування схожості насіння.

Таблиця 1 – Схожість насіння гібридів кукурудзи залежно від збиральної вологості, режимів проморожування та сушіння, 2011–2013 рр.

Вологість збирання, %	Режим проморожування		Сушіння за температури, °С	Схожість, %	
	температура, °С	експозиція, год.		стандартний метод	холодний тест
36–38	–3–5	6	30/40	92/90	80/70
		12		89/82	77/65
		24		85/79	68/59
28–30	–3–5	6	30/40	94/93	84/85
		12		91/90	83/80
		24		87/83	75/70
	–8–10	6	30/40	87/83	78/72
		12		75/70	70/60
		24		70/65	58/50
18–20	–3–5	6	30/40	96/98	90/89
		12		94/95	88/89
		24		90/90	84/78
	–8–10	6	30/40	95/95	87/86
		12		90/90	79/80
		24		80/70	70/54
Контроль (без проморожування)				96/98	88/90

За вологості 28–30% схожість промороженого насіння була нижчою на 2–15% (стандарт-метод) і 4–20% (холодний тест) порівняно з контролем та залежно від експозиції проморожування. Водночас для насіння, яке проморожувалось за температури –3–5 °С упродовж 6-ти годин, можна було застосовувати більш швидке сушіння і нагрів до 40 °С. Проморожування за температури –8–10 °С призводило до значного зниження схожості – на 9–33% (стандарт-метод) і 10–40% (холодний тест). У разі такого проморожування качани кукурудзи треба висушувати лише м'якими режимами, за температури нагріву до 30 °С.

Насіння з вологістю 18–20% є значно стійкішим до умов проморожування. Так, за температури –3–5 °С і експозиції 6 і 12 годин схожість насіння практично не погіршувалась у разі різних режимів сушіння, зокрема й інтенсивних. Лише за експозиції проморожування 24 години і наступного сушіння спостерігалось зниження схожості насіння порівняно з контролем. Проморожування качанів за температури –8–10 °С знижувало схожість різною мірою – несуттєво за експозиції 6 годин та суттєво упродовж 12 та 24 годин.

У разі проморожування важливо встановити його вплив на господарсько цінні показники – польову схожість, ріст і розвиток рослин гібридів кукурудзи, їхню продуктивність. Такий вплив досліджувати на качанах, зібраних із вологістю 28–30%, оскільки на практиці вони найчастіше підпадають під дію приморозків та більше вражаються.

У дослідях виявлено, що проморожування за температури –3–5 °С і експозиції 6 годин майже не знижували польову схожість насіння, висоту рослин та врожайність зерна порівняно з контролем – дані були близькими в межах одного порядку (табл. 2). Збільшення тривалості приморозків до 12 і 24 годин достовірно погіршувало посівні та врожайні властивості насіння гібридів.

Але найбільшого погіршення господарсько цінних ознак зазнавало насіння в разі його проморожування за температури –8–10 °С залежно від експозиції. У разі тривалості проморожування 6 годин польова схожість насіння знижувалась на 6–11%, урожайність зерна – на 0,30–0,51 т/га, упродовж 12 годин – на 9–19% та 0,46–0,65 т/га, упродовж 24 годин – на 21–34% та 0,63–0,84 т/га порівняно з контролем. У польових дослідях підтверджено, що в разі глибокого проморожування (понад 12 годин за температури –3–5 °С та понад 6 годин за температури –8–10 °С) сушіння вологого насіння має вестись у м'якому режимі і за температури нагріву не вище 30 °С.

Для практики важливо знати, який ступінь захисту можуть мати качани, що ростуть у різних умовах і підпадають під природні приморозки. Тому в господарствах вивчали проморожування качанів, що були на рослині в обгортках та без обгортки, а також на майданчиках з укриттям та без укриття. Умови проморожування були такі: вологість зерна – 24–35%, температура повітря – –4–5 °С, тривалість приморозку – 20 годин. Після проморожування визначали схожість насіння – лабораторну за різними методами, а також польову.

Встановлено низку закономірностей щодо схожості насіння залежно від стану і місцезнаходження качанів (табл. 3). По-перше, насіння з качанів в обгортках та без них практично однаково знижувало схожість, тобто захисту від проморожування не мало. По-друге, у разі чергування періодів «приморозок – відлига» під обгорткою з'являються краплі вологи, від якої додатково зволожується насіння і може розвиватись патогенна мікрофлора. По-третє, дія приморозків на качани, які зібрані і зберігаються на майданчику, є менш негативною порівняно з тими, що перебувають на рослинах у полі. По-четверте, найбільш високою, майже на рівні контролю, була схожість із качанів, які завчасно зби-

Таблиця 2 – Вплив умов проморожування і сушіння на польову схожість, ріст і розвиток рослин та врожайність зерна гібридів кукурудзи, 2012–2015 рр.

Умови проморожування		Сушіння за температури, °С	Схожість, %	Висота рослин, см	Урожайність зерна, т/га
температура, °С	експозиція, год.				
-3-5	6	30/40	88/87	195/194	5,78/5,79
	12		85/80	182/190	5,60/5,57
	24		80/71	191/190	5,40/5,33
-8-10	6	30/40	82/78	187/185	5,50/5,34
	12		79/70	186/184	5,34/5,20
	24		67/55	178/180	5,17/5,01

НІР₀₅

2,1

1,9

0,15

Вологість насіння в разі проморожування 28–30%. На контролі – схожість 88/89%, урожайність – 5,80/5,85 т/га

Таблиця 3 – Схожість насіння гібридів кукурудзи залежно від умов проморожування і стану качанів, 2016–2017 рр.

Умови проморожування	Вологість качанів, %	Схожість, %		
		лабораторна		польова
		стандартний метод	холодний тест	
Контроль (без проморожування)	26,8	97	88	87
Поле, качани на рослині: – в обгортках; – без обгортки.	25,3 25,0	92 91	81 81	78 77
Тік, качани в насипу: – вкриті; – без вкриття.	25,1 24,8	97 94	89 84	85 80
НІР ₀₅		1,8	2,3	2, 8

рали, а на період приморозку зберігалися на майданчиках і були вкритими.

Висновки. Встановлено вплив різних умов та чинників проморожування на якість насіння гібридів кукурудзи. Серед чинників найбільшою мірою впливають температура й експозиція проморожування, але залежно від збиральної вологості зерна. За збиральної вологості 36–38% якість насіння (схожість) знижувалась за температури проморожування -3-5 °С та експозиції 6–24 години. За вологості 28–30% схожість залишалась незмінною за експозиції 6 годин, а за вологості 18–20% – упродовж 6 і 12 годин проморожування. Дія температур -8-10 °С призводила до суттєвого погіршення якості, особливо за експозиції 12 і 24 години.

Виявлено, що вологе насіння зі значним проморожуванням варто висушувати за м'яких температурних режимів і температури нагріву до 30 °С. У разі неглибокого проморожування (вологість – 28–30%, температура – -3-5 °С, експозиція 6 годин; вологість 18–20%, температура -3-5 °С, експозиція 6 і 12 годин) можна застосовувати швидке інтенсивне сушіння і температуру нагріву до 40 °С.

Помічено, що в умовах проморожування рослин у полі обгортки качанів не захищали насіння від дії

низьких температур. Більш ефективним є завчасне збирання кукурудзи і вкриття насипу качанів у разі їх подальшої обробки (сушіння). Зважаючи на практичне значення, дослідження в цьому напрямі будуть продовжені з метою встановлення інших способів захисту вологого насіння від дії критично низьких температур.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кирпа М.Я. Оптимізація процесів оброблення і зберігання насіння кукурудзи та методи поліпшення його якості : дис. ... докт. с.-г. наук: 06.021.14. Харків, 2007.
2. Задонцев А.И., Макаров Б.Д. Влияние пониженных температур на посевные качества семян кукурузы в зависимости от степени зрелости и влажности. *Основные итоги научно-исследовательских работ по кукурузе* : сборник научных работ. Днепропетровск, 1971. С. 65–77.
3. Макаров Б.Д. Методика индивидуального отбора зерновок кукурузы по морозоустойчивости. *Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института кукурузы*. 1976. Вып. 4 (44). С. 29–32.
4. Циков В.С. Кукуруза : технология, гибриды, семена. Днепропетровск : Зоря, 2003. 296 с.
5. Кіндрук М.О., Соколов В.М., Вишневський В.В. Насінництво з основами насіннезнавства / за ред. М.О. Кіндрука. Київ : Аграрна наука, 2012. 264 с.

6. Макрушин М.М., Макрушина Є.М. Насінництво (методологія, теорія, практика). 2-е вид., доп. і переробл. Сімферополь : ВД «Аріал», 2012. 536 с.

7. Кирпа М.Я., Станкевич Г.М., Стюрко М.О. Кукурудза : збирання, сушіння, якість : монографія. Одеса : КПОМД, 2015. 150 с.

8. Скороходов М.Ю. Особливості довговічності при зберіганні насіння малопоширених форм пшениці : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.05. Харків, 2020.

9. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості : ДСТУ 4138-2002 (чинний від 1 січня 2004 р.). Київ : Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.

10. Кирпа М.Я. Методологія визначення якості насіння зернових культур. *Бюлетень Інституту сільськогосподарств Степової зони Національної академії аграрних наук України*. 2016. № 10. С. 20–25.

11. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою / Є.М. Лебідь та ін. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.

12. Леснікова І.Ю., Харченко Є.М. Основи роботи і вирішення задач сільськогосподарства в середовищі електронних таблиць Excel : навчальний посібник. Дніпропетровськ : Пороги, 2012. 147 с.

REFERENCES:

1. Кирпа, М.Я. (2007). *Optyimizatsiya procesiv obroblennia i zberihannia nasinnia kukurudzy ta metody polipshennia yoho yakosti* [Optimization of processes of processing and storage of corn seeds and methods of improvement of its quality] Doctor's thesis. Kharkiv [in Ukrainian].

2. Zadontsev, A.I., & Makarov, B.D. (1971). *Vlianiye ponizennykh temperatur na posevnyye kachestva semian kukuruzy v zavisimosti on stepeni zrelosti s vlazhnosti. Osnovnyye itogi nauchno-issledovatel'skikh rabot po kukuruze (sbornik nauchnykh rabot)* [Influence of low temperatures on the sowing quality of corn seeds, depending on the degree of maturity and moisture]. *Osnovnyye itogi nauchno-issledovatel'skikh rabot po kukuruze: sbornik nauchnykh rabot – The main results of research work on corn: collection of scientific works*. Dnepropetrovsk: N. p. [in Russian].

3. Makarov, B.D. (1976). *Metodika individual'nogo otbora zernovok kukuruzy po morozoustoychivosti* [Method of individual selection of corn kernels for frost resistance]. *Buleten Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo Instytutu kukuruzy – Bulletin of All-Union Scientific Research Institute of Corn*, 4 (44), 29–32 [in Russian].

4. Tsykov, V.S. (2003). *Kukuruza: tekhnologija, gibridy, semena* [Corn: technology, hybrids, seeds]. Dnepropetrovsk: Zoria. [in Russian].

5. Kindruk, M.O., Sokolov, V.M., & Vyshnevskiy, V.V. *Nasinnystvo z osnovamy nasinnieznavstva* [Seed production seed science with basics of seed science]. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].

6. Makrushyn, M.M., & Makrushyna, Ye.M. (2012). *Nasinnystvo (metodolohiia, teoriia, praktyka)* [Seed production (methodology, theory, practice)]. Simferopol: VD "Ariall" [in Ukrainian].

7. Кирпа, М.Я., Станкевич, Г.М., & Стюрко, М.О. *Кукурудза: збирання, сушіння, якість: монографія* [Corn: harvesting, drying, quality: monograph]. Odessa: KPOMD [in Ukrainian].

8. Skorokhodov, M.Yu. (2020). *Osoblyvosti dovhovichnosti pry zberihanni nasinnia maloposhyrenykh*

form pshenitsi [Features of durability at storage of seeds of uncommon forms of wheat]. Candidate's thesis. Kharkiv [in Ukrainian].

9. *Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti: DSTU 4138-2002* [Seeds of agricultural crops. Methods for determining quality: DSTU 4138-2002]. (2003). Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine [in Ukrainian].

10. Кирпа, М.Я. (2016). *Metodolohiya vyznachennia yakosti nasinnia zernovykh kul'tur* [Methodology for determining the quality of cereal seeds]. *Buleten Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy – Bulletin of Institute of agriculture of the Steppe zone of NAAS of Ukraine*, 10, 20–25 [in Ukrainian].

11. Lebid, Ye.M., Tsykov, V.S., & Pashchenko, Yu.M. et al. (2008). *Metodyka provedennia poliovykh doslidiv z kukurudzoiu* [Methods of conducting field experiments with corn]. Dnepropetrovsk: N. p. [in Russian].

12. Lesnikova, I.Yu., & Kharchenko, Ye.I. (2012). *Osnovy roboty i vyrishennia zadach silskoho hospodarstva v seredovyshchi elektronnykh tablyts EXCEL: navchalnyi posibnyk* [Fundamentals of work and solving problems of agriculture in the environment of spreadsheets EXCEL: a textbook]. Dnepropetrovsk: Porohy [in Ukrainian].

Кирпа М.Я., Стасів О.Ф., Боденко Н.А., Лавриненко Ю.О. Вплив проморожування насіння гібридів кукурудзи на його якість

Мета. Встановлення впливу різних умов проморожування на якість насіння гібридів кукурудзи залежно від їхньої збиральної вологості і способів сушіння.

Методи. Лабораторні з визначення показників якості насіння; польові з виявлення схожості, особливостей росту і розвитку рослин та врожайності гібридів кукурудзи; статистичні із встановлення достовірності отриманих результатів. Проморожування качанів проводили в морозильній камері за різної температури, експозиції і вологості зерна, сушіння виконували в лабораторних електросушарках із контролюванням нагріву насінини. **Результати.** Отримано дані, які характеризують вплив температур –3–5 і –8–10 °С з експозицією 6, 12 і 24 години на якість насіння гібридів кукурудзи з вологістю 36–38, 28–30 і 18–20%, показано особливості сушіння проморожених качанів. Вплив проморожування був неоднороззначний: за вологості 36–38% схожість суттєво знижувалась за всіма варіантами дослідів; за вологості 28–30% зниження було дещо меншим (на 2–5% за температури –3–5 °С з експозицією 6 годин); за вологості 18–20% проморожування за температури –3–5 °С і експозиції 6 і 12 годин не знижувало лабораторну схожість насіння. Проморожування за температури –8–10 °С призводило до суттєвого зниження схожості в досліді. Виявлено особливості та температурний режим сушіння проморожених вологих качанів. Порівняно вплив приморозків на качани кукурудзи в польових умовах, а також зібраних і розміщених на майданчиках. **Висновки.** Якість насіння гібридів кукурудзи в умовах проморожування формується внаслідок взаємодії низької температури, її експозиції та вологості зерна. Якість не знижується за температури –3–5 °С, експозиції 6 і 12 годин та вологості 18–20%, а також сушіння вологих проморожених кача-

нів, із нагрівом насінини в межах 30–40 °С. У разі вірогідності приморозку рекомендується завчасне збирання і вкриття вологих качанів на період дії низьких і критичних температур повітря.

Ключові слова: низькі температури, качани кукурудзи, сушіння, схожість, урожайність.

Курпа М.Я., Stasiv O.F., Bodenko N.A., Lavrynenko Yu.O. Effect of freezing of maize hybrid seeds on their quality

Purpose. Establishing the influence of different freezing conditions on the seed quality of maize hybrids depending on their harvesting moisture and drying methods. **Methods.** Laboratory methods to determine seed quality indicators; field methods to identify germination, growth and development of plants and yields of maize hybrids; statistical methods to establish the reliability of the results. Freezing of cobs was carried out in a freezer at different temperatures, exposures and humidity of the grain, drying was carried out in laboratory electric dryers with control of seed heating. **Results.** The data characterizing the influence of temperatures –3–5 and –8–10 °C with exposure of 6, 12 and 24 hours on the quality of seeds of maize hybrids with humidity of 36–38, 28–30 and 18–20% are obtained,

the peculiarities of drying of frozen cobs are shown. The effect of freezing was ambiguous: at a humidity of 36–38% germination was significantly reduced for all variants of the experiment; at a humidity of 28–30%, the decrease was slightly smaller (by 2–5% at a temperature of –3–5 °C with an exposure of 6 hours); at a humidity of 18–20% freezing at a temperature of –3–5 °C and exposure for 6 and 12 hours did not reduce the laboratory germination of seeds. Freezing at a temperature of –8–10 °C led to a significant reduction in germination in the experiments. Features and temperature regime of drying of frozen wet cobs are revealed. The effect of frosts on corn cobs in the field, as well as collected and placed on the sites, was compared. **Conclusions.** Seed quality of maize hybrids under freezing conditions is formed due to the interaction of low temperature, its exposure and grain moisture. The quality does not decrease at a temperature of –3–5 °C, exposure of 6 and 12 hours and humidity of 18–20%, as well as drying of wet frozen cobs, with heating of seeds within 30–40 °C. In case of probability of frost, early collection and covering of wet cobs for the period of low and critical air temperatures is recommended.

Key words: low temperatures, corn cobs, drying, germination, yield.