

УДК 631.234:635.64

ЗМІНИ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ І ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА МІКРОСТРУКТУРИ ЗЕРЕН ЦУКРОВОЇ КУКУРУДЗИ ПРИ ДОСТИГАННІ ТА ЗБЕРІГАННІ

Загорко Н.П., член-кор. МААО, к.т.н.

Григоренко О.В., к.т.н.,

Стручаєв М.І., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

м. Мелітополь, Україна

Тел. (0619) 44-81-03; (0619) 42-25-85

Анотація. В роботі наведено результати досліджень зміни фізико-хімічних і теплофізичних показників та мікроструктури зерен цукрової кукурудзи за різними стадіями стиглості, а також після заморожування та тривалого зберігання. Розглядається можливість використання коефіцієнта теплопровідності як критерію якості та стиглості цукрової кукурудзи.

Ключові слова: цукрова кукурудза, стадії стиглості, фізико-хімічні показники, коефіцієнт теплопровідності, гістологічні зрізи, заморожування, зберігання.

Постановка проблеми. Проблема збирання, зберігання та використання цукрової кукурудзи, якість якої залежить від найменших механічних та теплофізичних впливів, досі є актуальною. Період плодоносіння цієї культури на півдні України від ранніх до пізніх сортів складає приблизно 4 місяці, до середини жовтня. Через хімічний склад та певні фізико-механічні властивості її складно тривало зберігати, а використовувати усю та відразу – неможливо.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В наш час на півдні України вирощується біля 50 сортів та гібридів цукрової кукурудзи [9]. При відповідному підборі сортів та гібридів з різними термінами досягання, а також при ступеневому графіку посіву тривалість періоду її дозрівання можна збільшити до 40 діб. Це надає можливість вчасно реалізувати продукцію і зменшує ризик одержання низького урожаю зі всієї площі посіву, тому що протягом сезону можуть бути умо-

ви, сприятливі для одних строків і несприятливі для інших, а з кількох строків сівби при конвеєрному вирощуванні частина з них забезпечить добрий урожай [2].

Цукрову кукурудзу збирають у фазі молочної стиглості з переходом на молочно-воскову стиглість, коли зерна добре визріли, набули характерного для цієї фази сортового кольору. Фаза молочної стиглості у цукрової кукурудзи в південних районах України триває усього біля 2 днів, в північних – 5-6 днів [2, 6, 7, 9].

Серед способів та методів зберігання і консервування цукрової кукурудзи найчастіше використовують метод стерилізації в банках, зберігання в регульованому газовому середовищі і заморожування [6, 7].

Однак, не дивлячись на те, що відсоток споживання консервованої кукурудзи декілька вище, ніж замороженої, консервування у порівнянні із заморожуванням має два суттєвих недоліки. Заморожування характеризується меншим споживанням енергії, ніж інші способи консервування: на всьому шляху продукту від поля до споживача необхідно 9000-10440 МДж енергії на тонну [1].

При виробництві консервів витрачається 176400 МДж енергії на тонну, якщо використовувати жерстяні банки, а у випадку використання скляних банок споживання енергії зростає до 24840 МДж на тонну. Крім того, при консервуванні від зернівки кукурудзи молочно-воскової стиглості відрізається зародок, в якому міститься основна маса вітамінів та біологічно-активних речовин, чого не відбувається при заморожуванні у качанах [1, 7].

В молочній стадії стиглості качан цукрової кукурудзи має 30-40 % листків та волоті, 30-40 % стрижня и 25-35 % зерен. При роздавлюванні зерен з них витікає молочно-білий сік. При заморожуванні кукурудзи в фазі передмолочної стиглості продукт буде водянистим, а при використанні перезрілої кукурудзи (молочно-воскової стиглості) – продукт матиме великий вміст крохмалю і не дуже гармонійний смак [6, 7, 9].

Найкращі смакові властивості (цукристість, духмяність, соковитість) кукурудза цукрова має за умови збирання при температурі повітря нижче 20-22°C. Добрі результати дає нічне збирання, яке забезпечує отримання рівномірно охолодженої високоякісної продукції. При підвищених темпе-

ратурах цукри перетворюються в крохмаль і кукурудза втрачає свої особливі смакові властивості [2, 9].

Кукурудза, яка потрапляє на заморожування, повинна бути солодкою, соковитою, з ніжною консистенцією та приємним смаком. Кукурудзу, зібрану качанами, необхідно доставляти в цехи заморожування не пізніше, ніж за 6 годин після збирання, потім її необхідно ретельно відсортувати, швидко підготувати до заморожування і негайно заморозити, так як протягом 24 годин вміст цукру в ній зменшується на 50 % [5-7].

Мета дослідження. Завдання забезпечення населення плодоовочевою продукцією в осінньо-зимовий період є досить актуальним. Для досягнення цієї мети визначається необхідним вирішення наступних задач:

- дослідити зміни фізико-хімічних і теплофізичних показників та мікроструктури зерен цукрової кукурудзи за різних стадій стиглості для вибору оптимальних строків збирання;

- встановити критерії визначення оптимального ступеня стиглості та якості цукрової кукурудзи.

- визначити вплив заморожування та тривалого зберігання на якість качанів цукрової кукурудзи.

Основна частина. При проведенні досліджень використовувалася матеріально-технічна база Таврійського державного агротехнологічного університету м. Мелітополя.

Відбір зразків цукрової кукурудзи гібриду Челленджер F1 проводився в період масового збору врожаю. Урожай збирали вручну, виламуючи качани з усієї облікової ділянки, із одночасним сортуванням за ступенем стиглості. Для одержання зіставних і відтворних результатів відбиралася середня проба, в кількості, достатньої для п'ятикратного проведення оцінки якості за всіма показниками за стандартними методиками [1, 3-5, 8]. Підготовка продукції до заморожування складалася із сортування; інспекції; миття проточною водою і видалення води. Заморожування качанів здійснювали за температури мінус 24°C у морозильній камері до температури мінус 20±2°C. Зберігали зразки за температури мінус 20±2°C протягом 6 місяців. Челленджер F1 – середньоранній гібрид для споживання в свіжому вигляді і переробки. Відрізняється чудовим смаком, чудовою схожістю і енергією проростання, відносна стійкість до комплексу хвороб, у тому числі, головні. Дозріває в середньому через 77-80 днів після посіву. Висота

рослин в середньому – 200-205 см. Качани знаходяться на висоті близько 68 см. Довжина качанів 20-22 см, діаметр 5,2 см, з 16-18 прямими рядами жовтих зерен [9].

Таблиця 1 – Показники якості зерна гібриду кукурудзи цукрової Челленджер F1

Показники	Фаза стиглості зерна			
	передмолочна	молочна	молочно-воскова	молочна
Вміст вологи, %	77,12±0,04	74,35±0,07	64,64±0,02	70,51±0,04
Вміст цукрів на сиру масу, %	2,83±0,02	3,30±0,04	2,41±0,01	2,91±0,02
Вміст цукрів на суху масу, %	10,92±0,05	12,64±0,05	7,52±0,03	11,23±0,06
Дегустаційна оцінка, бали	4,2	4,5	3,7	4,3

Результати досліджень зміни фізико-хімічних показників кукурудзи цукрової гібриду Челленджер F1 свідчать, що при переході до фази молочно-воскової стиглості вміст цукрів у зерні цукрової кукурудзи значно зменшується порівняно з вмістом у фазі молочної стиглості (табл. 1).

Качани цукрової кукурудзи гібриду Челленджер F1 при переході до фази молочно-воскової стиглості в зерні втрачали вологи від 12,5 % до 3,8 %; цукрів – 3,4 та 1,4 % на суху масу відповідно. Результати дегустаційної оцінки показують, що найкращими смаковими якість і ніжнішою консистенцією відрізнялися свіжовідварені качани цукрової кукурудзи гібриду Челленджер F1 молочної стадії стиглості (загальна оцінка 4,5 балів). Качани, зібрані у фазі молочно-воскової стиглості, значно знизили смакові якості і відрізнялися більш жорсткою консистенцією; загальна оцінка знизилася до 3,7 балів. Качани кукурудзи цукрової гібрида Челленджер F1, зібрані в молочної стадії зрілості, майже не втратили смакових якостей при заморожуванні і тривалому зберіганні у замороженому вигляді протягом 6 місяців, і одержали порівняно високі оцінки дегустаторів – 4,3 бали. Якість качанів цукрової кукурудзи можна визначити за коефіцієнтом теплопровідності (рис.1).

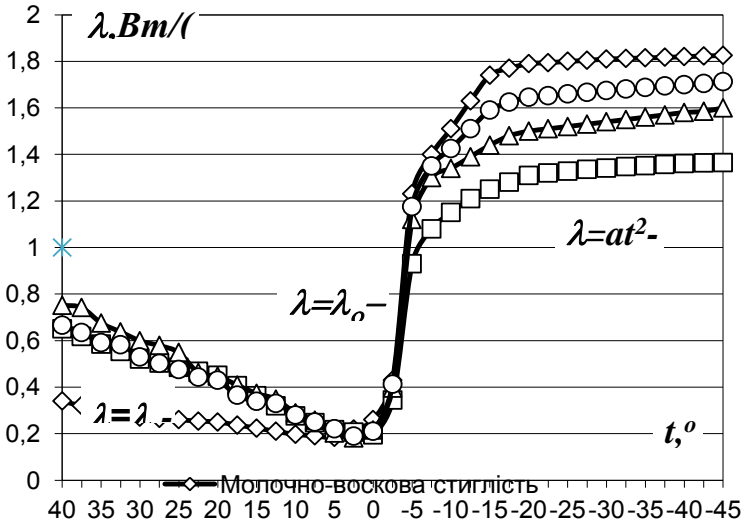


Рисунок 1 – Зміна коефіцієнта теплопровідності качанів цукрової кукурудзи гібриду Челленджер F1 залежно від стадії стиглості та після заморожування і тривалого зберігання.

З рисунка видно, що коефіцієнт теплопровідності має найвище значення для стадії передмолочної стиглості, коли продукт має найвищий вміст води, а найнижче – у перезрілої кукурудзи (молочно-воскової стадії стиглості), коли вміст води та цукрів значно знижується. Кукурудза молочної стадії стиглості має середні значення коефіцієнта теплопровідності (0,4297-0,4749 Вт/(м*К)) при температурі збирання 20-25 °С. Отже, цей показник можна використовувати для визначення оптимального ступеня стиглості та якості цукрової кукурудзи. Іншим методом оцінки якості цукрової кукурудзи може бути дослідження зміни мікроструктури за гістологічними зрізами (рис. 2). З рисунка 2 видно, що передмолочна стадія дає незаповнений глобулами поживних речовин зріз. Найбільш рівномірне заповнення у зерен кукурудзи молочної стиглості, зерна молочно-воскової стиглості мають великі гранули крохмалю.

На рис.2 г представлено зріз кукурудзи молочної стиглості після 6 місяців зберігання у замороженому вигляді. Як бачимо, мікроструктура зерен зберігається майже

незмінною, що дозволяє рекомендувати даний спосіб для продовження терміну споживання смачних та корисних качанів цукрової кукурудзи в осінньо-зимовий період.

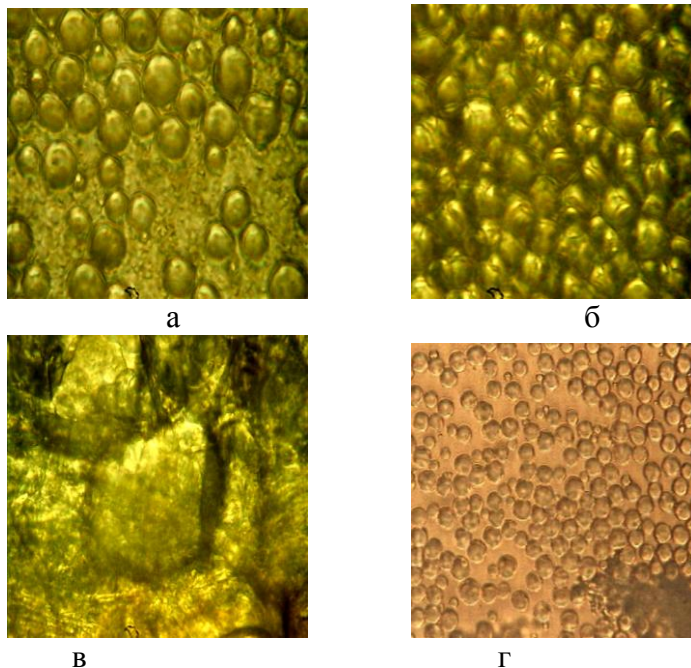


Рисунок 2 – Гістологічні зрізи зерен цукрової кукурудзи гібриду Челленджер F1: а – передмолочна стиглість; б – молочна стиглість; в – молочно-воскова стиглість; г – молочна стиглість, після 6 місяців зберігання у замороженому вигляді.

Висновки

1. Результати визначення фізико-хімічних показників зерен кукурудзи цукрової гібриду Челленджер F1 свідчать про те, що при переході від передмолочної до молочно-воскової фази стиглості вміст вологи в них знижується у 1,2 рази. Вміст цукрів на суху масу найвищий у молочній стадії – 12,64 %, у молочно-восковій – зменшується у 1,7 рази.

2. В результаті досліджень встановлено чітку залежність коефіцієнта теплопровідності від стадії стиглості, що дозволяє використовувати його як критерій якості та стиглості цукрової кукурудзи. При температурі збирання 20-25 °С коефіцієнт теплопровідності для молочної стадії знаходиться в межах 0,4297-0,4749 Вт/(м*К).

3. Органолептичні, фізико-хімічні показники та мікроструктура зерен цукрової кукурудзи молочної стадії стиглості після заморожування та 6 місяців зберігання змінюються незначно і залишаються на достатньо високому рівні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гинзбург А.С. Теплофизические характеристики картофеля, овощей и плодов / А.С. Гинзбург, М.А. Громов.– М.: Агропромиздат, 1987.– 272 с.

2. Дубровін В.В. Конвеєрне вирощування кукурудзи: автореф. дис..к.с.-г.н.: спец. 06.01.06 «Овочівництво» / В.В. Дубровін. – Київ, 2006. – 17 с.

3. Єщенко В.О. Основи наукових досліджень з агрономії / В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, П.В. Костогриз. – К.: Дія. – 2005. – 288 с.

4. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів / З.М. Грицаєнко, А.О. Грицаєнко, В.П.Карпенко – К.: ЗАТ «НІЧЛАВА», 2003. – 320 с.

5. Методические рекомендации по хранению плодов, овощей и винограда. Организация и проведение исследований / Под общей ред. С.Ю. Дженева и В.И. Иванченко. - Ялта, ИВиВ «Магарач», 1998. – 152 с.

6. Плеханова Т.П. Цукрова кукурудза / Т. П. Плеханова. – Харків, 2011. – Режим доступу: <http://divo-gorod.narod.ru>.

7. Семеняка І. Харчова кукурудза / І. Семеняка // The Ukrainian Farmer. – 2012. – Режим доступу: <http://www.agrotimes.net/harchova-kukurudza.html>.

8. Скалецька Л.Ф. Основи наукових досліджень зі зберігання та переробки продукції рослинництва / Л.Ф. Скалецька, Г.І. Подпрятков, О.В. Завадська. – К.: НАУ. – 2006. – 204 с.

9. Циков В.С. Кукуруза: технология, гибриды, семена / В.С. Циков. — Днепрпетровск: Зоря, 2003. – 296 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Ginzburg A.S. Thermal and physical characteristics of potatoes, vegetables and fruit / A.S. Ginzburg, M.A. Gromov.– M.: Agropromizdat, 1987.– 272 s.

2. Dubrovin V.V. The conveyer of corn growing: avtoref. dis..k.s.-g.n.: special. 06.01.06 «Vegetable-growing» / V.V. Dubrovin. – Kyiv, 2006. – 17 s.
3. Yeshchenko V.O. Bases of scientific research from agronomics/ V.O. Yeshchenko, P.G. Kopytko, V.P. Opryshko, P.V. Kostogryz. – K.: Diya. – 2005. – 288 s.
4. Methods of biological and agricultural chemistry research of plants and soils / Z.M. Gritsaienko, A.O. Gritsaienko, V.P. Karpenko – K.: ZAT «NICHLAVA», 2003. – 320 s.
5. Methodical recommendations on storing fruit, vegetables and grape. Organization and research / S.Yu. Dzheneev, V.I. Ivanchenko. – Yalta, IViV «Magarach», 1998. – 152 s.
6. Plekhanova T.P. Sweet corn / T.P. Plekhanova. – Kharkiv, 2011. – Rezhym dotupu: <http://divo-gorod.narod.ru>.
7. Semenyaka I. Food corn / I. Semenyaka // The Ukrainian Farmer. – 2012.– Rezhym dotupu: <http://www.agrotimes.net/harchova-kukurudza.html>.
8. Skaletska L.F. Bases of scientific research at storing and processing of plant products / L.F. Skaletska, G.I. Podpryatov, O.V. Zavads'ka. – K. : NAU, 2006. – 24 s.
9. Tsikov V.S. Corn: technology, hybrids, seeds / V.S. Tsikov. — Dnepropetrovsk: Sunset, 2003. – 296 s.

CHANGES OF PHYSICAL AND CHEMICAL AND THERMOPHYSICAL INDICES AND MICROSTRUCTURE OF SWEET CORNCOBS AT MATURING AND STORING

N.P. Zagorko, O.V.Grygorenko, M.I. Struchaev

Summary

The research results of physical and chemical as well as thermophysical indices and microstructure changes of sweet corncobs to various maturity stages and after freezing and frozen storage have been given in the article. The possibility of the heat-conducting coefficient usage as the criterion of sweet corn quality and maturity has been considered.

Key words: sweet corn, maturity stages, physical and chemical indices, heat-conducting coefficient, mount, freezing, frozen storage.