

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ТОВАРІВ

УДК 635.67-047.37

**Віктор КОЛТУНОВ,
Аліна КОВАЛЬ,
Роман РОМАНЕНКО**

ДІАГНОСТИКА ТЕХНІЧНОЇ СТАДІЇ СТИГЛОСТІ КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ

Встановлено параметри технічної стадії стиглості кукурудзи цукрової на основі вимірювання сили опору та розрахунку межі міцності оболонки зерна, розміщеного у верхній, середній та нижній частинах початка. Отримані дані узгоджуються з показниками хімічного складу та органолептичною оцінкою кукурудзи цукрової.

Ключові слова: структурно-механічні властивості, індентор, динамометричний датчик, кукурудза цукрова, початок.

Колтунов В., Коваль А., Романенко Р. Диагностика технической стадии зрелости кукурузы сахарной. Установлены параметры технической стадии зрелости кукурузы сахарной на основе измерения силы сопротивления и расчета предела прочности оболочки зерна, размещенного в верхней, средней и нижней частях початка. Полученные данные согласовываются с показателями химического состава и органолептической оценкой кукурузы сахарной.

Ключевые слова: структурно-механические свойства, индентор, динамометрический датчик, кукуруза сахарная, початок.

Постановка проблеми. Тривалість і настання фази технічної стиглості кукурудзи цукрової в різних ґрунтово-кліматичних зонах неоднакові й залежать від погодних умов у період цвітіння і наливу зерна [1]. Зерно кукурудзи технічної стадії стиглості у верхній, середній та нижній частинах початка характеризується різною консистенцією, смаковими властивостями, співвідношенням компонентів хімічного складу, а саме вмістом вологи та сухих речовин. Усі ознаки пояснюються біологічними (зокрема, сортовими) особливостями кукурудзи цукрової [2].

Проблемою вивчення кукурудзи цукрової в XX столітті займаюся багато вітчизняних і зарубіжних науковців: Н. М. Осокіна [3], А. Т. Марх, С. И. Юрченко [4; 5], В. И. Корнеев [6], Н. И. Смирнова-Иконникова [7], А. Kramer [8], Ch. W. Marr [9] та ін.

Згідно з "Руководством по хранению продуктов" всевітньої організації матеріально-технічного забезпечення харчової галузі (WLFO), кукурудза цукрова технічної стадії стиглості повинна мати розвинутий початок і щільну зелену обгортку, зерна жовтого кольору, високий (не менше 65–70 %) вихід зерна, вміст цукру 3–5 %, ніжну консистенцію, приємний смак і аромат. Рекомендований термін зберігання при 0°C становить 4–8 днів [10].

Жорсткі вимоги щодо строків зберігання можна пояснити швидким підсиханням і зміною кольору листяних обгорток, перетворенням цукру в крохмаль (при температурі 22–25 °C за 48 год у крохмаль синтезується 2/3 цукрів [11]) та збільшенням вмісту сухих речовин. Подовжити термін реалізації можна при негайному завантаженні качанів у рефрижератори з температурою 0 °C. Початки молочної стиглості можна зберігати при температурі 0–0.6 °C і відносній вологості повітря 85–95 % (для збереження тургору зерна) без істотного погіршення якості 10 днів. Втрата навіть 2 % вологи може призвести до появи небажаних зернових вміятин, які роблять початок нестандартним [12].

У польових умовах технічну стадію стиглості, яка триває залежно від погодних умов 5–7 діб, рекомендується [13; 14] визначати надавлюванням нігтем на зерно нижньої частини качана. Якщо зерна видають характерний тріск, викидають струмінь негустого соку молочного кольору, приємного, солодкуватого смаку й при цьому незначна кількість твердих крохмальних грудочок залишається на внутрішньому краї оболонки зерна, що вказує на початок утворення крохмалю, то це є відповідна стадія, при якій можна відламувати качан від стебла та відправляти на реалізацію. Цей метод не є об'єктивним, адже сила натиску на зернину в кожній людині різна, тому неможливо правильно встановити стадію стиглості, а відповідно – й транспортабельність продукції.

Вимірювання межі міцності зерна дає змогу визначити ступінь оптимальної технічної стиглості та транспортабельності продукції. Тобто слід знайти такий фізіологічний стан початків, щоб вони перебували і в технічній (молочно-восковій) стадії стиглості, та мали достатньо окріплу оболонку зерна, яка була б ще ніжною, але стійкою до навантажень при транспортуванні. Досліджень щодо цього питання в доступній літературі нами не знайдено. Саме тому актуальним є винахід об'єктивного прискореного методу встановлення технічної стадії стиглості кукурудзи цукрової.

Мета роботи – визначити параметри технічної стадії стиглості кукурудзи цукрової за структурно-механічними властивостями, хімічним складом і органолептичною оцінкою зерна в різних частинах початка.

Матеріали та методи. Обрано кукурудзу цукрову гібриду *Кокані F1*, вирощену в фермерському господарстві Вінницької області на міцних чорноземах, які характерні для зони Центрального Лісостепу, з одного поля, одного строку посіву. Кукурудзу цукрову доставлено до м. Києва протягом шести годин після її збирання.

Вимірювання міцності зерна проведено в нижній, середній та верхній частинах початка. Визначення сили опору здійснено за допомогою динамометричного датчика з діапазоном вимірювань $1 \times 10^3 \div 5$ Н (ціна поділки динамометра 0.3×10^3 Н). Період вимірювання – 0.01 с [15; 16]. Дані вимірювань виведено у вигляді графіка в координатах "сила/час".

Індентор циліндричної форми, діаметром (d) 0.85 мм, опускали в зразок із швидкістю 10 мм/с на глибину 5–6 мм. Межу міцності поверхні визначено за формулою:

$$\sigma_{ep} = \frac{4(F_{нік} - P_{доод})}{\pi d^2}, \text{ кН/м}^2,$$

де: $F_{нік}$ – пікове значення сили при опусканні індентора у відповідній частині початка, мН;

$P_{доод}$ – додаткове (некомпенсоване) значення ваги індентора, мН; (вага індентора компенсується спеціальними налаштуваннями УВКП, проте занадто складно компенсувати вагу в межах ± 15 мН. Окрім того, на таке точне значення має суттєвий вплив вага залишків продукту на інденторі, що змінюється після кожного дослідження);

d – діаметр індентора (середнє значення), мм.

Загальні сухі речовини визначено ваговим методом після висушування наважки до постійної маси при температурі 100–105 °С. Середню пробу відбирали, враховуючи співвідношення різних зон початка [17].

Повторюваність дослідів п'ятикратна.

Дегустаційну оцінку вареної кукурудзи цукрової проведено за розробленою 5-бальною шкалою окремо верхньої, середньої та нижньої частин початка.

Результати досліджень. Результати вимірювання сили опору оболонки зерна кукурудзи цукрової наведено в *табл. 1*.

Таблиця 1

Сила опору зерна кукурудзи цукрової на прокол індентором, мН

Номер зразка	$F_{нік\ верхн.}$	$F_{нік\ середн.}$	$F_{нік\ нижн.}$	$P_{доод}$
1	2150	2490	2150	153.65
2	2260	2520	2200	162.10
3	1787	2510	2100	157.14
4	1780	2300	1970	155.75
5	2050	2320	2330	158.56
Середнє значення	2005.40	2428.00	2150.00	157.44

Установлено, що найменша сила опору тиску індентора спостерігалась у зерен, розташованих у верхній частині початка. Різниця між отриманими величинами становить 480 мН.

На другому місці, згідно з результатами досліджень, зерно, розташоване в нижній частині початка (рис. 1). Різниця між мінімальним і максимальним значенням дорівнює 360 мН.

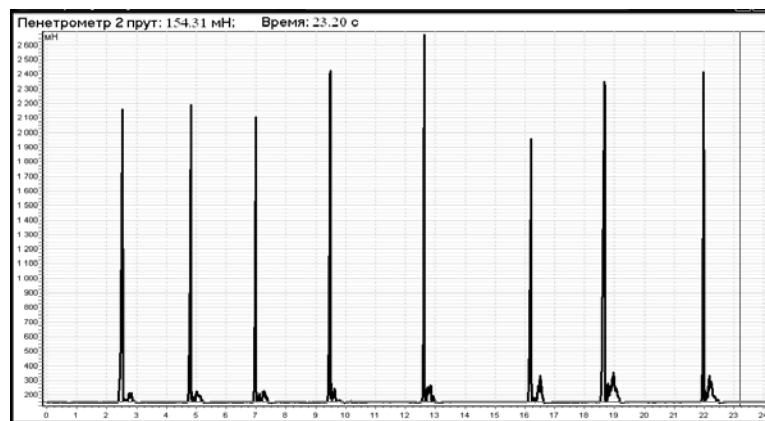


Рис. 1. Приклад визначення сили опору зерна відносно тиску індентора в нижній частині початка

Самий високий опір силі індентора виявлено в зерна, розташованого в середній частині початка, і з найменшою різницею між вимірюваннями в 220 мН.

Відносна похибка визначення межі міцності для зерен, розташованих у верхній частині, становить 8,8, середній – 3,6, нижній – 4,0 %.

Отримані дані свідчать, що в середній частині початка зерно має найбільший вміст сухих речовин, що й підтверджено відповідними дослідженнями (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст загальних сухих речовин і вологи в зерні кукурудзи цукрової, %

Номер зразка	Частина початка						Середнє значення	
	верхня		середня		нижня			
	волога	ЗСР	волога	ЗСР	волога	ЗСР	волога	ЗСР
1	79.2	20.8	76.8	23.2	77.2	22.8	77.7	22.3
2	82.2	17.8	81.5	18.5	82.5	17.5	82.1	17.9
3	82.2	17.8	80.9	19.1	80.0	20.0	81.0	19.0
4	83.5	16.5	82.3	17.7	81.9	18.1	82.6	17.4
Середнє	81.8	18.2	79.1	20.9	80.4	19.6	80.8	19.2

Зерно, розташоване на верхній частині початка, має найменшу кількість загальних сухих речовин і найбільшу кількість вологи, порівняно з нижньою та середньою частинами. Зерна, розміщені на

верхівці початка, ще недорозвинуті й мають найніжнішу оболонку, тому в першу чергу саме вони будуть піддаватися механічним пошкодженням і мікробіологічному ураженню.

Згідно з отриманими результатами з визначення сили опору розраховано межу міцності оболонки зерна кукурудзи цукрової (рис. 2).

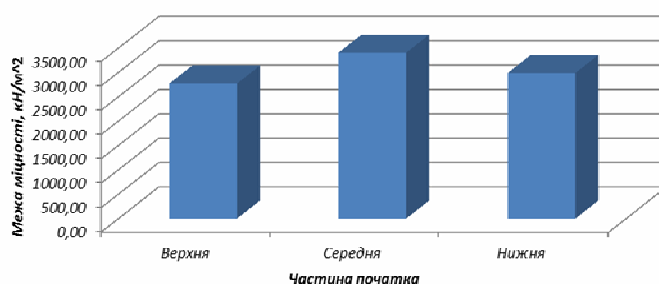


Рис. 2. Межа міцності оболонки зерна кукурудзи цукрової

Найбільшу межу міцності має зерно, розташоване в середній частині початка (3402.9 кН/м^2). У зерна нижньої частини цей показник визначено на рівні 2150.0 , а верхньої – 2005.4 кН/м^2 . Велика розбіжність у результатах вимірювань пояснюється неоднорідністю структури зерна в різних частинах початка, пов'язаною з відмінностями вмісту загальних сухих речовин і вологи.

Вираховані значення меж міцності корелюють із вмістом загальних сухих речовин зерна кукурудзи (див. табл. 2) та дегустаційною оцінкою варених початків (табл. 3).

Таблиця 3

Дегустаційна оцінка вареної кукурудзи цукрової технічної стадії стиглості за 5-баловою шкалою

Показник	Частина початка		
	верхня	середня	нижня
Смак	5.0	4.9	4.9
Аромат	5.0	5.0	5.0
Зовнішній вигляд	4.7	5.0	4.9
Консистенція	4.8	5.0	4.9
Колір	5.0	5.0	5.0
Середня оцінка	4.90	4.98	4.94

При визначенні верхньої та нижньої межі міцності зерен кукурудзи, придатної для споживання у свіжому вигляді, керувалися результатами дегустаційної оцінки. На основі аналізу отриманого масиву даних встановлено нижній та верхній поріг – 1150 і 4000 кН/м^2 відповідно. Отже, при визначенні технічної стадії стиглості кукурудзи

цукрової доцільно керуватися структурно-механічними властивостями, а саме – межею міцності оболонки зерна кукурудзи цукрової.

Висновки. Встановлено оптимальні межі міцності (верхня й нижня) зерен кукурудзи в різних частинах початка (відповідно 1150 і 4000 кН/м²), при яких доцільно приймати рішення стосовно часу збирання врожаю і контролю процесу дозрівання при зберіганні та реалізації без значного погіршення якості.

Із метою спрощення визначення технічної стадії стиглості кукурудзи цукрової в полі рекомендовано проводити заміри сили опору зерна лише в середній частині початка, а вираховані його межі міцності мають знаходитися в діапазоні 3000–4000 кН/м².

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Корнеев В. И.* Современный уровень и перспективы производства сырья и продуктов из пищевой кукурузы / В. И. Корнеев. — М. : Колос, 1966. — С. 3—22.
2. *Коваль А.* Господарсько-товарознавча оцінка районованих в Україні сортів кукурудзи цукрової / А. Коваль, Н. Дідух // Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки". — 2014. — № 2 (18). — С. 61—69.
3. *Осокіна Н. М.* Технологія зберігання і переробки зерна : навч. пос. / Н. М. Осокіна, О. П. Герасимчук, М. П. Матвієнко. — К. : ТОВ "Книга плюс", 2012. — 320 с.
4. *Марх А. Т.* Пищевая ценность сахарной кукурузы / А. Т. Марх, С. И. Юрченко // Кукуруза. — 1963. — № 12. — С. 21—23; 41—42.
5. *Марх А. Т.* Пищевая ценность сырья и консервов сахарной кукурузы / А. Т. Марх, С. И. Юрченко. — М. : Колос, 1966. — С. 8—12; 238—251.
6. *Корнеев В. И.* Современный уровень и перспективы производства сырья и продуктов из пищевой кукурузы / В. И. Корнеев. — М. : Колос, 1966. — С. 3—22; 30—34.
7. *Смирнова-Иконникова Н. И.* Химический состав зерна пищевой кукурузы / Н. И. Смирнова-Иконникова, Ф. Ф. Парамонов // Кукуруза. — 1963. — № 6. — С. 28; 45—46.
8. *Kramer A.* Factors affecting the objective and organoleptic of quality in sweet corn / A. Kramer, B. B. Gyer, L. E. Ide // Proc. Am. Soc. Hort. Sci. — 1949. — N 54. — P. 342—356.
9. *Marr Ch. W.* Commercial vegetable production sweet corn / Ch. W. Marr. — Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, 1995. — 8 p.
10. *Руководство по хранению продуктов / Всемирная организация материально-технического обеспечения пищевой отрасли (WFLO) :* пер. с англ. — К. : МЦНК "Всемирная лаборатория", 2002. — 130 с.
11. *Гаврилюк В. М.* Комора вітамінів / В. М. Гаврилюк, Н. В. Здольник, В. О. Гопчак // Насінництво. — 2005. — № 2. — С. 18—22.
12. *Гаврилюк В. М.* Вітамінна скарбниця / В. М. Гаврилюк // Насінництво. — 2006. — № 10. — С. 15—17.
13. *Семеняка І.* Харчова кукурудза / І. Семеняка // The Ukrainian Farmer. — 2012. — № 2. — С. 50—52.

14. *Перспективи* цукрової та надцукрової кукурудзи в Україні / [С. Тимчук, В. Тимчук, О. Сало, Г. Потапенко] // *Агро Перспектива*. — 2006. — № 6. — С. 28—30.
15. *Лабораторний практикум*. Рекомендації до виконання науково-дослідних робіт на УВКП / [С. Л. Шаповал, Н. П. Форостяна, Ю. В. Литвинов, Р. П. Романенко]. — К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2013. — 92 с.
16. *Горбатов А. В.* Структурно-механические характеристики пищевых продуктов / А. В. Горбатов, А. М. Маслов, Ю. А. Мачихин : справ. под ред. Горбатова А. В. — М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1982. — 296 с.
17. *Методика* физиологических исследований в овощеводстве и бахчеводстве ; под ред. В. Ф. Белика. — М. : ВАСХНИЛ, 1970. — С. 46—49.

Стаття надійшла до редакції 20.08.2015.

Koltunov V., Koval A., Romanenko R. Diagnostics of technical maturity of sugar corn.

Background. The duration and onset phase of technical maturity of corn in different soil and climatic zones are not the same and depend on weather conditions during flowering and grain ripening [1]. According to the "Guide of product's storage" sugar corn of technical stage of ripeness must have developed corncob and dense green wrapper, yellow corn, high (at least 65–70 %), grain yield, sugar content 3–5 %, delicate texture, pleasant taste and flavor. Recommended storage time at 0 °C is 4–8 days. [10]

The *aim* of the study is to determine the technical parameters of the stage of sugar corn ripeness for structural and mechanical properties, chemical composition and organoleptic evaluation of grains in different parts of corncob.

Material and methods. Measuring the strength of grain was held in the lower, middle and upper parts of the corncob. Determination of the resistance was carried out by means of the torque sensor with measurement range $1 \times 10^3 \pm 5$ Н. General dry matter was determined gravimetrically after drying the sample to constant weight at 100–105 °C. Tasting examination of the boiled sugar corn was conducted by the developed five-point scale.

Results. The smallest resistance of the grains located on top of a corncob is about 2005 mN, on the second place – the grain of the lower part of a corncob (2150 mN). The highest resistance to indicator's power is defined in corn's grain located in the middle of the corncob – 2428 mN. The calculated values of the strength limits correlate with total solids content of corn (*table 2*) and tasting score of the cooked corncobs (*table 3*). By analyzing the obtained data array the lower and upper threshold is defined – 1150 and 4000 kN / m² respectively.

Conclusion. Optimal strength limits (upper and lower) of the corn grains in different parts of the corncob, in which it is advisable to decide of the time of harvest are defined. In order to simplify the definition of technical stage of ripeness of sugar corn in the field it is recommended to make measurements of the grain resistance only in the middle of the corncob, and its calculated strength limits must be in the range of 300–4000 kN / m².

Keywords: structural and mechanical properties, indenter, torque sensor, sweet corn, corncob.

REFERENCES

1. *Korneev V. I.* Sovremennyj uroven' i perspektivy proizvodstva syr'ja i produktov iz pishhevoj kukuruzy / V. I. Korneev. — М. : Kolos, 1966. — S. 3—22.

2. Koval' A. Gospodars'ko-tovaroznavecha ocinka rajonovanyh v Ukraïni sortiv kukurudzy cukrovoi' / A. Koval', N. Diduh // Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovary i rynky". — 2014. — № 2 (18). — S. 61—69.
3. Osokina N. M. Tehnologija zberigannja i pererobky zerna : navch. pos. / N. M. Osokina, O. P. Gerasymchuk, M. P. Matvijenko. — K. : TOV "Knyga pljus", 2012. — 320 s.
4. Marh A. T. Pishhevaja cennost' saharnoj kukuruzy / A. T. Marh, S. I. Jurchenko // Kukuza. — 1963. — № 12. — S. 21—23; 41—42.
5. Marh A. T. Pishhevaja cennost' syr'ja i konservov saharnoj kukuruzy / A. T. Marh, S. I. Jurchenko. — M. : Kolos, 1966. — S. 8—12; 238—251.
6. Korneev V. I. Sovremennyj uroven' i perspektivy proizvodstva syr'ja i produktov iz pishhevoj kukuruzy / V. I. Korneev. — M. : Kolos, 1966. — S. 3—22; 30—34.
7. Smirnova-Ikonnikova N. I. Himicheskij sostav zerna pishhevoj kukuruzy / N. I. Smirnova-Ikonnikova, F. F. Paramonov // Kukuza. — 1963. — № 6. — S. 28; 45—46.
8. Kramer A. Factors affecting the objective and organoleptic of quality in sweet corn / A. Kramer, B. B. Gyer, L. E. Ide // Proc. Am. Soc. Hort. Sci. — 1949. — N 54. — P. 342—356.
9. Marr Ch. W. Commercial vegetable production sweet corn / Ch. W. Marr. — Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, 1995. — 8 p.
10. Rukovodstvo po hraneniju produktov / Vsemirnaja organizacija material'no-tehnicheskogo obespechenija pishhevoj otrasli (WFLO) : per. s angl. — K. : MCNK "Vsemirnaja laboratorija", 2002. — 130 s.
11. Gavryljuk V. M. Komora vitaminiv / V. M. Gavryljuk, N. V. Zdol'nyk, V. O. Gopchak // Nasinnyctvo. — 2005. — № 2. — S. 18—22.
12. Gavryljuk V. M. Vitaminna skarbnycja / V. M. Gavryljuk // Nasinnyctvo. — 2006. — № 10. — S. 15—17.
13. Semenjaka I. Harchova kukurudza / I. Semenjaka // The Ukrainian Farmer. — 2012. — № 2. — S. 50—52.
14. Perspektyvy cukrovoi' ta nadcukrovoi' kukurudzy v Ukraïni / [S. Tymchuk, V. Tymchuk, O. Salo, G. Potapenko] // Agro Perspektyva. — 2006. — № 6. — S. 28—30.
15. Laboratornyj praktykum. Rekomendacii' do vykonannja naukovo-doslidnyh robot na UVKP / [S. L. Shapoval, N. P. Forostjana, Ju. V. Lytvynov, R. P. Romanenko]. — K. : Kyi'v. nac. torg.-ekon. un-t, 2013. — 92 s.
16. Gorbatov A. V. Strukturno-mehaničeskie harakteristiki pishhevyh produktov / A. V. Gorbatov, A. M. Maslov, Ju. A. Machihin : sprav. pod red. Gorbatova A. V. — M. : Legkaja i pishheva prom-st', 1982. — 296 s.
17. Metodika fiziologicheskikh issledovanij v ovoshhevodstve i bahchevodstve ; pod red. V. F. Belika. — M. : VASHNIL, 1970. — S. 46—49.