

МІНЛИВІСТЬ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЗЕРНА ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ

М. Я. Кирпа, доктор сільськогосподарських наук;

Л. О. Максимова, кандидат біологічних наук;

С. М. Шевченко

Інститут зернового господарства НААН України

Наведено результати лабораторних і польових дослідів з виявлення особливостей формування якості зерна та продуктивності гібридів кукурудзи цукрової при вирощуванні, збиранні та обробці. З'ясовано, що показники якості насіння (енергія проростання, схожість, маса 1000 зерен, хімічний склад) та елементи продуктивності (накопичення сухої речовини, структура врожаю) досягають своїх найвищих значень при збиральній вологості зерна 35-40%, залежно від генотипу гібрида. Встановлені переваги швидкого термічного сушіння вологих качанів порівняно з повільним природним сушінням.

Ключові слова: кукурудза цукрова, якість, продуктивність, схожість, вологість, сушіння, хімічний склад.

Кукурудза цукрова є цінною сировиною для виробництва різних продуктів харчування, попит на які невідомо зростає.

Останнім часом створено низку нових гібридів кукурудзи цукрової з певними господарсько-цінними ознаками [1–3]. Проте впровадження цих гібридів стримується внаслідок недостатнього рівня ведення насінництва та відсутності наукових даних щодо технологічних регламентів отримання високоякісного насіннєвого матеріалу, зокрема не досліджено належним чином способи післязбиральної і передпосівної підготовки насіння з урахуванням біологічних, фізіологічних особливостей, хімічного складу зернівки. Не достатньо з'ясовані питання щодо закономірностей формування якості насіння цукрової кукурудзи на стадіях збирання, сушіння і зберігання, визначення характеру вологовіддачі і рівня оптимальної збиральної вологості зерна цукрового типу. Вирішення зазначених питань має як науковий, так і практичний інтерес, а дослідження, спрямовані на підвищення посівних і врожайних властивостей насіння цукрових гібридів в умовах північного Степу України, є актуальними. Деякі досліді у цьому напрямку були проведені в Інституті зернового господарства, проте даних виявилось замало та й практика показує, що роботу в цьому напрямку слід розгорнути більш широко [4].

Мета роботи – вивчити вплив строків збирання на зернову продуктивність гібридів кукурудзи цукрової, простежити динаміку формування показників якості та хімічного складу зерна гібридів при дозріванні, післязбиральній обробці, встановити вплив окремих технологічних процесів на посівні і врожайні властивості насіння.

Методика роботи включала проведення лабораторних та польових дослідів з визначення якості зерна цукрових гібридів селекції Інституту зернового господарства – Людмила СВ і Сюрприз, створених на генетичній основі Su₁. Гібриди занесені до Каталогу сортів рослин, районованих в Україні, мають таку групу ФАО: Людмила СВ – 280, Сюрприз – 220. Для вивчення якості у динаміці відбирали качани при вологості зерна 60, 50, 40, 30% та сушили їх за різних режимів (1 – природне сушіння при температурі 18–22°C; 2 – термічне сушіння качанів при температурі 40°C, 3 – термічне сушіння зерна при температурі 40°C). Контролем в досліді слугувало природне сушіння як фізіологічно оптимальний спосіб збереження посівних та врожайних властивостей насіння кукурудзи. Після сушіння визначали масу 1000 зерен, енергію проростання і схожість насіння за чинним стандартом [5]. Крім того, протягом перших 7 днів схожість насіння визначали за методом холодного пророщування при температурі 8–10°C, а впродовж наступних 7 днів – при температурі 20–25°C. У четвертому варіанті досліді встановлювали схожість вологого насіння (без підсушування).

Досліджували також хімічний склад зерна: вміст крохмалю – поляриметричним методом за Еверсом, цукрів – напівмікрометодом за Лісициним [6]. Контролем при визначенні хімічного складу зерна цукрових гібридів слугував гібрид Кадр 267 МВ, група ФАО 260.

Польові досліді проводили згідно з методичними рекомендаціями Інституту зернового господарства [7]. Збирали гібриди цукрової кукурудзи при різній вологості зерна. Облікова площа ділянок – 15,7 м². В дослідях вивчали врожай зерна у перерахунку на 14% вологість, елементи продуктивності гібридів – кількість качанів та вихід зерна, масу 1000 зерен та його кількість на 1 рослину.

Було встановлено, що при збиранні цукрових гібридів Людмила СВ та Сюрприз з вологістю зерна 45–50% і вище, суттєво знижувалася їх врожайність. При ранньому збиранні особливо знижувалась врожайність у роки з меншою сумою ефективних температур, хоча в разі дещо пізніших строків збирання вона досягала максимальних показників для даного року і гібрида. Отже, темпи накопичення сухої речовини в зерні та його вологовіддачі визначались гідротермічним коефіцієнтом вегетації рослин, особливо в період їх дозрівання.

При збиранні кукурудзи цукрової з вологістю зерна 40% і нижче врожайність гібридів Людмила СВ і Сюрприз була майже однаковою і коливалась в межах встановленої похибки досліді (табл. 1). Встановлена лише тенденція до деякого зростання врожайності по мірі дозрівання зерна: 0,02–0,10 т/га – Людмила СВ і 0,03–0,12 т/га – Сюрприз, в середньому за роки досліджень. Отже, при досягненні зерном цукрової кукурудзи вологості 35–40% синтез біохімічних сполук і процес накопичення сухої речовини припиняються, і як наслідок – формується максимально можлива врожайність досліджуваних гібридів.

1. Вплив строків збирання і вологості на врожайність гібридів цукрової кукурудзи, т/га

Збиральна вологість, %	Людмила СВ					Сюрприз				
	роки				серед-не	роки				серед-не
	2006	2007	2008	2009		2006	2007	2008	2009	
40	3,16	1,45	4,32	4,02	3,24	2,97	2,24	4,16	3,66	3,25
35	3,20	1,49	4,36	4,00	3,26	2,99	2,25	4,20	3,70	3,28
30	3,24	1,52	4,40	4,05	3,30	3,08	2,32	4,24	3,75	3,34
25	3,27	1,55	4,39	4,09	3,32	3,10	2,35	4,27	3,77	3,37
20	3,25	1,56	4,42	4,12	3,34	3,13	2,36	4,24	3,74	3,37

		2006 р.	2007 р.	2008 р.	2009 р.
НІР _{0,05} т/га	гібриди –	0,18	0,13	0,09	0,11
	збиральна вологість –	0,21	0,17	0,11	0,13

Результати польового досліді підтверджувались також лабораторними дослідженнями з визначення маси 1000 зерен, енергії проростання та схожості насіння. Ці показники закономірно змінювались залежно від збиральної вологості гібридів кукурудзи (табл. 2).

Так, в основному накопичення сухої речовини завершувалось у гібрида Сюрприз при вологості зерна 40%, а у гібрида Людмила СВ – 30%. Встановлено також певний вплив способів сушіння і на такий показник, як маса 1000 зерен. Найбільші значення він мав при термічному сушінні качанів: маса 1000 зерен збільшувалась на 1,1–4,6 г у гібрида Сюрприз та на 2,2–8,1 г у гібрида Людмила СВ порівняно із природним сушінням. Цю особливість можна пояснити лише тим, що термічне сушіння потребує менше часу, тому витрати органічної речовини в зв'язку з диханням насіння менші, ніж при тривалому природному підсушуванні.

**2. Посівні якості насіння гібридів цукрової кукурудзи
залежно від збиральної вологості зерна та способів сушіння (2007–2009 рр.)**

Вологість зерна, %	Варіант дослідів *	Маса 1000 зерен, г	Енергія проростання, %		Схожість, %	
			лабора- торна	холодне пророщування	лабора- торна	холодне пророщування
Гібрид Сюрприз						
60	1	117,3	53	30	63	59
	2	121,9	53	34	67	62
	3	109,2	42	25	60	52
	4	-	33	20	60	50
50	1	171,1	92	82	97	90
	2	171,0	90	85	97	92
	3	157,0	85	81	92	86
	4	-	83	80	93	84
40	1	185,4	99	95	100	98
	2	186,5	100	95	100	100
	3	180,9	98	92	100	94
	4	-	97	93	99	95
30	1	186,3	100	96	100	98
	2	188,4	100	95	100	97
	3	182,3	97	92	100	95
	4	-	97	90	99	95
НІР _{0,05}		2,2-2,7	2-4	2-4	1-3	2-3
Гібрид Людмила СВ						
60	1	149,1	25	10	52	13
	2	157,2	25	12	60	13
	3	137,1	20	7	50	10
	4	-	12	4	40	6
50	1	203,8	88	48	95	76
	2	210,4	90	56	95	79
	3	193,7	79	40	91	65
	4	-	79	37	87	66
40	1	220,0	94	71	96	80
	2	226,3	96	71	100	83
	3	214,2	92	65	93	78
	4	-	91	66	95	80
30	1	226,1	94	73	98	83
	2	228,3	98	75	99	85
	3	222,8	97	72	98	83
	4	-	98	72	98	83
НІР _{0,05}		2,0-2,4	3-5	2-4	2-3	1-3

* 1 – природне сушіння качанів; 2 – термічне сушіння качанів, t-40 С°;
3 – термічне сушіння зерна, t-40 С°; 4 – вологе зерно (непідсушене).

При сушінні кукурудзи в качанах маса 1000 зерен також дещо збільшувалась порівняно із підсушуванням лише зерна, особливо з підвищеною вологістю. Щодо гібрида Сюрприз, то маса 1000 зерен зростала на 5,6–14,0 г, а гібрида Людмила СВ – на 5,5–20,1 г, або 3,1–8,9% та 2,5–14,7% відповідно. Отже, при сушінні вологих качанів маса зернівки може дещо зростати за рахунок надходження сухої речовини зі стрижнів.

Здатність насіння кукурудзи цукрової до проростання проявлялась в дослідях ще на ранніх стадіях його дозрівання. Так, при збиральній вологості 60% його лабораторна схожість становила 60–67% (гібрид Сюрприз) і 40–60% (гібрид Людмила СВ). В умовах холодного пророщування схожість насіння цих гібридів становила 50–62 і 6–13% відповідно. Тобто насіння першого гібрида виявилось більш життєздатним і мало вищу силу росту. Ця відмінність зберігалась і в подальшому по мірі дозрівання цукрової кукурудзи.

Наприклад, кондиційної схожості (що відповідає стандарту ДСТУ 4138-2002) насіння гібрида Сюрприз набувало при вологості 40-50%, а гібрида Людмила СВ – при 30–40%. За такої збиральної вологості насіння мало ще й високу енергію проростання та схожість при холодному пророщуванні. При пророщуванні вологого насіння, яке не підлягало сушінню,

його енергія росту і схожість досягали рівня сухого насіннєвого матеріалу з вологістю 40% (гібрид Сюрприз) і 30% (гібрид Людмила СВ).

Способи сушіння по-різному впливали на проростання насіння гібридів цукрової кукурудзи. Для формування високих посівних якостей, найбільш доцільним виявилось термічне сушіння в качанах – енергія проростання і схожість насіння підвищувались на 1–8% порівняно з природним. Якщо кукурудзу збирали на ранніх стадіях дозрівання, то при сушінні посівні якості насіння суттєво знижувались, якщо ж в більш пізній період – то змін в його посівних якостях майже не було. Наприклад, при збиранні і сушінні зерна з вологістю 40–60% енергія проростання і схожість насіння знижувались на 2–10% (гібрид Сюрприз) та 3–16% (гібрид Людмила СВ) порівняно з сушінням в качанах. При вологості 30% і нижче різниця щодо енергії та схожості насіння становила лише 2–3%, на користь сушіння кукурудзи в качанах. При цьому слід відмітити, що качани у дослідях обмолочували вручну, тому ушкодження зерна було мінімальним.

Формування посівних якостей насіння цукрових гібридів супроводжувалось певними змінами у хімічному складі зернівки (табл. 3). Тому при вивченні хімічного складу зерна цукрових гібридів його порівнювали з зерном гібрида Кадр 267 МВ, оскільки ці зразки належать, практично, до однієї групи ФАО. При дозріванні зерна збільшувалась частка високомолекулярних сполук та знижувалась – низькомолекулярних простих вуглеводів. Їх повне перетворення завершувалось практично при вологості зерна в межах 30–40%, як у цукрового гібрида, так і у звичайного із зернівкою зубоподібного типу.

3. Динаміка вмісту вуглеводів при дозріванні зерна кукурудзи (% від сухої речовини) (2007–2009 рр.)

Гібрид	Вуглеводи	Вологість зерна, %					
		70	60	50	40	30	20
Людмила СВ	моносахариди	4,09	3,92	3,25	3,23	2,64	2,19
	дисахариди	17,10	14,68	10,45	9,01	8,20	8,11
	сахароза	13,69	11,33	7,58	6,08	5,85	6,23
	загальний вміст цукрів	21,19	18,60	13,70	12,24	10,84	10,30
	крохмаль	46,0	52,0	54,3	56,3	57,0	57,1
Сюрприз	моносахариди	4,15	2,88	2,58	2,30	2,12	2,11
	дисахариди	14,73	10,30	8,15	7,32	7,00	6,58
	сахароза	10,01	7,05	5,29	4,77	4,63	4,24
	загальний вміст цукрів	18,88	13,18	10,73	9,62	9,12	8,69
	крохмаль	47,3	55,9	58,2	59,8	60,1	60,2
Кадр 267 МВ	моносахариди	3,41	2,15	1,78	1,60	1,53	1,25
	дисахариди	10,08	6,46	5,49	3,97	3,82	3,40
	сахароза	6,33	4,09	3,52	2,25	2,17	2,04
	загальний вміст цукрів	13,48	8,61	7,17	5,57	5,35	4,65
	крохмаль	53,2	59,8	62,4	68,1	70,5	71,3

Проте в зерні цих гібридів накопичувалося на 5,41–5,61% більше загальних цукрів та на 10,7–14,0% менше крохмалю порівняно з гібридом Кадр 267МВ. Перетворення вуглеводів при цьому відбувалося повільніше в зерні цукрового типу. Наприклад, при дозріванні зерна з вологістю 70–20% відносне збільшення крохмалю дорівнювало 22,1–26,6%, а зменшення загальних цукрів – 48,8–49,2%, залежно від гібрида. При дозріванні гібрида Кадр 267 МВ відносне перетворення вуглеводів становило 35,3% і 66,1% відповідно, тобто відбувалось більш енергійно.

У таблиці 4 наведені коефіцієнти кореляції між збиральною вологістю і показниками вмісту вуглеводів: крохмаль, загальний вміст цукрів, моносахариди, дисахариди і сахароза. Зважаючи на це, встановлено, що між збиральною вологістю зерна і вказаними показниками існує тісний кореляційний зв'язок, коефіцієнт кореляції при цьому був на рівні $r=0,84-0,98$. Це означає, що досліджувані ознаки біологічно взаємозалежні за будь-яких факторів навколишнього середовища.

4. Кореляційна залежність між збиральною вологістю зерна та показниками вмісту вуглеводів (2007–2009 рр.)

Кореляційний модуль	Гібриди		
	Людмила СВ	Сюрприз	Кадр 267 МВ
Збиральна вологість зерна – крохмаль	-0,90	-0,84	-0,97
- загальний вміст цукрів	0,98	0,88	0,89
- моносахариди	0,94	0,89	0,91
- дисахариди	0,90	0,89	0,92
- сахароза	0,95	0,89	0,91

Висновки. Встановлено особливості формування показників якості та продуктивності гібридів кукурудзи цукрової залежно від збиральної вологості і способів післязбиральної обробки насіння. При збиранні зерна з вологістю 40–20% отримували практично однаковий врожай, по мірі підсихання зерна він зростав на 0,02–0,12 т/га, що було математично недоказовим. Накопичення сухої речовини в зерні досліджуваних гібридів Людмила СВ і Сюрприз завершувалось при його вологості 30 і 40% відповідно. Кондиційної лабораторної схожості насіння вказаних гібридів набувало при збиральній вологості 30–40% і 40–50%, залежно від умов вегетації та дозрівання рослин.

Встановлено значний вплив способів сушіння на формування якості насіння гібридів цукрової кукурудзи. Виявлено переваги швидкого термічного сушіння в качанах, проте таким способом можна підсушувати й зерно з вологістю не вище 30 % та за м'якого режиму обмолоту.

З'ясовано динаміку вмісту вуглеводів в системі "цукри – крохмаль", встановлено, що їх перетворення припиняється при вологості зерна досліджуваних гібридів в межах 30–40%.

Бібліографічний список

1. Черчель В.Ю. Нові гібриди цукрової кукурудзи / В.Ю. Черчель, О.Є. Клімова // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. – Дніпропетровськ, 2007. – № 31–32. – С. 26–31.
2. Клімова О.Є. Дослідження ознак врожайності в процесі кросбредінгу цукрової та інших підвидів кукурудзи / О.Є. Клімова, С.М. Тимчук, Т.Д. Мовчан // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. – Дніпропетровськ, 2008. – № 33–34. – С. 155–160.
3. Заверталюк В.Ф. Продуктивність сортів кукурудзи цукрової різних груп стиглості залежно від строків сівби / В.Ф. Заверталюк // Вісн. Дніпропетровського держ. агр. ун-ту. – Дніпропетровськ, 2008. – № 1. – С.15–17.
4. Науменко А.И. Термическая сушка семян сахарной кукурузы / А.И. Науменко, Н.Я. Кирпа // Кукуруза. – 1978. – № 11. – С. 27–28.
5. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості: ДСТУ 4138-2002 [Чинний від 20074-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 173 с. – (Держспоживстандарт України).
6. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, М.И. Смирнова-Иконникова [и др.]; под ред. А.И. Ермакова. – [2-е изд.]. – Л.: Изд-во Колос, 1972. – 456 с.
7. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою / Є.М. Лебідь, В.С. Циков, Ю.М. Пашенко [та ін.]: Ін-т зерн. госп-ва УААН. – Дніпропетровськ, 2008. – 26 с.