

ЗЕРНОУТВОРЕННЯ ТА НАСІННЄУТВОРЕННЯ ГІРЧИЦІ

Вовченко Ю.В., Фурсова Г.К.

Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва

Зерноутворенням називається процес формування насіння як сировини (зерна), насіннеутворенням – як посівного матеріалу. Установлені розбіжності між гірчицею сизою (*Brassica juncea*) і гірчицею білою (*Sinapis alba*) за кількістю й тривалістю фаз зерноутворення та насіннеутворення. Зерноутворення гірчиці сизої тривало в середньому 42 доби, насіннеутворення – 27 діб. У гірчиці білої тривалість зерноутворення й насіннеутворення була однаковою – 50 діб. Насіння гірчиці сизої при збиранні у фазу збиральної стиглості не потребувало післязбирального дозрівання, гірчиці білої дозрівало протягом 17 діб.

Гірчиця сиза, гірчиця біла, формування, налив, досягання, дозрівання, технічна стиглість, фізіологічна зрілість, повна стиглість

Насіння гірчиці використовується як сировина для переробки та як посівний матеріал. Щоб розмежувати ці поняття, вважаємо за доцільне називати сировину зерном, а посівний матеріал – насінням [1, 2].

У літературі переважають повідомлення про зерноутворення хлібних злаків, найбільше – пшениці й жита [3, 4]. Численні результати досліджень та виявлені закономірності автори прагнули систематизувати й представити процес зерноутворення у вигляді схеми (моделі).

Найбільш відома схема зерноутворення пшениці запропонована академіком М.М. Кулешовим [4]. На його думку зерноутворення здійснюється у вигляді трьох фаз: формування, наливу та досягання, основною ознакою яких є вологість зерна.

У фазу формування, яка триває 12-14 діб, збільшуються розміри зернівки, змінюється її консистенція – від водянистої на початку фази до молочної – наприкінці; зернівка досягає остаточної довжини, вологість зменшується до 70-65%.

Фаза наливу характеризується надходженням до зерна продуктів фотосинтезу. При цьому молокоподібна консистенція зерна змінюється на тістоподібну, вологість систематично зменшується, і наприкінці

нці фази становить 35-40%. За такої вологості налив припиняється.

У фазу досягання продукти фотосинтезу до зерна не надходять, відбувається полімеризація та зневоднення накопичених продуктів, вологість зерна знижується до 17-18%.

Учні й послідовники академіка М. М. Кулешова вносили до цієї схеми уточнення (Коренів, 1965) [5], доповнення (Строна, 1966; Макурушин, 2004) [6,7], переносили її на інші культури, наприклад, на кукурудзу (Кузьмічов, 1955) [8], горох (Шпорт, 1967), сою (Чалий, 1973) [9], однак незмінними залишались назви, зміст фаз та їхня основна ознака – вологість зерна.

Недоліками переважної більшості зазначених вище схем є, з нашого погляду, їхня однобокість: вивчали процес формування зерна як сировини і залишали поза увагою формування його здатності виконувати функції насіння, тобто посівні та врожайні якості. Деякі автори хоч і вивчали схожість та врожайні якості зерна [5, 6], однак результати не враховували при розробці моделей зерноутворення, де основною ознакою фаз, як і в інших авторів, була вологість зерна.

Г.К. Фурсова на підставі результатів багаторічного вивчення зерноутворення (плодоутворення) і насіннеутворення соняшнику та зернових колосових хлібів [11, 12, 13, 14] вперше запропонувала новий погляд на ці процеси, а саме: розглядати їх як такі, що здійснюються одночасно, але різні за параметрами та критеріями. Основними критеріями зерноутворення є маса та вологість зерна, насіннеутворення – схожість та врожайні якості насіння. Зерноутворення здійснюється протягом двох періодів – формування та досягання, насіннеутворення – ембріогенезу та дозрівання.

У період формування зерна (плоду) утворюються плодова та насіннева оболонки, клітини ендосперма, органи зародка. У дводольних рослин ендосперм поступово «з'їдається» зародком, що розвивається, а продукти фотосинтезу накопичуються в його сім'ядолях; в однодольних (злаки) – навпаки: продукти фотосинтезу накопичуються в ендоспермі, тобто відбувається наливання (налив) зерна, внаслідок чого збільшується його маса, яка є основною ознакою досягання [1, 2].

Досяганням називається процес формування врожаю та споживчих якостей плодів, насіння, інших органів чи частин рослини – внаслідок чого вони стають стиглими, тобто придатними до використання.

Період досягання зерна поділяється на три якісно різні фази: власне досягання, дозбиральне досягання та післязбиральне досягання. У фазу власне досягання відбувається налив, здійснюється полімеризація та метаболічне зневоднення продуктів фотосинтезу, вологість зерна зменшується незалежно від вологості навколишнього середовища. Налив завершується технічною стиглістю, основною ознакою якої є максимальна маса сухої речовини зерна.

У період після завершення наливу й до збирання врожаю продовжуються процеси полімеризації, метаболічне зневоднення змінюється на фізичне, вологість зерна змінюється залежно від вологості навколишнього середовища.

Післязбиральне дозрівання здійснюється під час зберігання зерна за стандартних умов: зернових – при вологості не більше 14%, олійних – не більше 12%, внаслідок чого поліпшуються технологічні властивості зерна (у пшениці – хлібопекарські якості борошна), підвищується схожість, зерно набуває здатності виконувати функції насіння.

Ембріогенез (формування зародка) відбувається у вигляді двох фаз: передзародка (проембрію) та органогенезу. Фаза передзародка починається з першого поділу зиготи й закінчується утворенням глобули – кулястого тіла, що складається з морфологічно однорідних клітин [15]. Під час органогенезу утворюються органи зародка, так що у фазу торпедо (кінцева фаза органогенезу) зародок має сім'ядолі, стебельце з точкою росту та корінець. Наприкінці органогенезу насіння може проростати в лабораторних умовах, однак схожість його дуже низька (некондиційна), а це означає, що його основна функція (проростання) ще повністю не сформувалась і потребує удосконалення. Удосконалюються функції насіння під час дозрівання, яке характеризується автономізацією зародка, тобто набуттям ним здатності відтворити продуктивну рослину в природному середовищі, а насіння – забезпечувати певного рівня врожайність.

Г.К. Фурсова (2004, 2008) у рослин з тривалим природним спокоем насіння розрізняє власне дозрівання, до- та післязбиральне дозрівання. Власне дозрівання здійснюється під час наливу зерна й характеризується збільшенням розмірів зародка та виходом із стану спокою. Дозрівання насіння продовжується й після завершення наливу – у дозбиральний та післязбиральний періоди. У рослин з нетривалим спокоем дозрівання завершується ще до збирання врожаю, що за сприятливих умов може призвести до проростання насіння в колосі (стручку, бобі) на «пні» або у валках [1, 2, 11, 12].

Про вихід із стану спокою свідчать зменшення тривалості післязбирального дозрівання насіння кожного наступного строку збирання та підвищення його схожості, внаслідок чого настає фізіологічна зрілість – стан насіння, здатного забезпечити кондиційну схожість і високу врожайність.

З набуттям фізіологічної зрілості розвиток насіння завершується, і зерно, якщо в ньому завершився налив, досягає повної стиглості, яка характеризується його здатністю виконувати функції насіння.

Таким чином, принципіві відмінності схеми, розробленої Г.К. Фурсовою, у порівнянні із зазначеними вище полягають у тому, що:

- процеси зерноутворення й насіннеутворення здійснюються одночас-

но «два в одному», але розрізняються за параметрами та критеріями: критеріями зерноутворення зерна є маса сухої речовини та вологість, насіннеутворення – посівні (схожість) та врожайні якості насіння;

- досягання зерна відбувається, перш за все, під час наливу (власне досягання), тобто зерно наливається – значить досягає. Основною ознакою завершення наливу (технічної стиглості) є максимальна маса сухої речовини зерна, побічною – його вологість;

- повна стиглість зерна настає після завершення наливу та набуття фізіологічної зрілості;

- фізіологічна зрілість – стан насіння, здатного забезпечити кондиційну схожість;

- спільним критерієм стиглості зерна та зрілості насіння є його вік – кількість днів після цвітіння.

Взявши за основу схему Г.К. Фурсової (2004, 2008), і на підставі результатів власних досліджень [1, 2, 11, 12], ми розробили відповідні схеми зерно- та насіннеутворення видів гірчиці.

Зерноутворення гірчиці сизої (табл. 1) здійснюється у вигляді чотирьох фаз: формування, власне досягання, технічної стиглості, повної стиглості.

Формування зерна гірчиці сизої тривало в середньому 12 діб, власне досягання – 30 діб, і завершилося технічною стиглістю через 42 доби після цвітіння. У фазу технічної стиглості маса сухої речовини зерна досягла максимального рівня (100%), що свідчить про завершення наливу [1, 2]. Вологість зерна в цей час становила в середньому 13%. За такої вологості можливе збирання врожаю, тобто збиральна стиглість збігалась у часі з технічною. На час збирання врожаю насіння перебувало в стані фізіологічної зрілості і не потребувало післязбирального дозрівання, а зерно після завершення наливу досягало повної стиглості.

Період насіннеутворення гірчиці сизої поділяємо на три фази: ембріогенез, власне дозрівання, фізіологічна зрілість.

Ембріогенез відбувається одночасно з формуванням зерна й так само триває 12 діб.

Власне дозрівання насіння здійснювалось протягом 15 діб у період активного наливу – з 12-го по 27-й день після цвітіння. За цей час маса сухої речовини зерна збільшилась на 51% і досягла наприкінці фази 77,6% від максимальної, а схожість насіння – рівня кондиційної (90%), тобто в насінні виник стан фізіологічної зрілості [16]. З часу настання фізіологічної зрілості налив зерна продовжувався ще 15 діб – до 42-го дня після цвітіння, так що тривалість власне дозрівання насіння була на 15 діб менша, ніж тривалість власне досягання зерна.

У гірчиці білої зерноутворення відбувається у вигляді п'яти фаз: формування, власне досягання (наливу), технічної стиглості, післязбирального досягання, повної стиглості (табл. 2).

Таблиця 1

Схема зерноутворення та насіннеутворення гірчиці сизої*

Вік насіння, дні	Зерноутворення			Насіннеутворення			Урожайність потомства т/га
	фаза	маса сухої речовини 1000 зерен, %	вологість, %	фаза	лабораторна схожість насіння, %		
					свіжо-зібраного	після виходу із стану спокою	
0.....12	Формування	<26,6	>68,5	Ембріо генез	0...41	0...88	-
15	Власне досягання (налив)	39,6	60,5	Власне дозрівання	62	90...92	-
18		53,9	51,3		73	92...94	1,50
21		61,4	46,4		77	Те ж	-
24		69,2	42,7		84	-«-	1,50
27		77,6	38,8		90	-«-	-
30		81,8	35,2	Фізіологічна зрілість	91	-«-	1,52
33		86,3	27,8		92...93	-«-	-
36		92,8	21,0		Те ж	-«-	1,54
39		97,4	17,0		-«-	-«-	1,54
42		Технічна стиглість	100,0		≤13,0	-«-	-«-
≥43	Повна стиглість	≤100,0	Рівноважна	-«-	-«-	-	

Тут і в табл. 2: * Маса сухої речовини, вологість та лабораторна схожість насіння – середнє за 2003-2006 рр.; урожайність потомства – 2004-2006 рр.

** Термін настання технічної та збиральної стиглості.

Таблиця 2

Схема зерноутворення та насіннеутворення гірчиці білої

Вік насіння, дні	Зерноутворення			Насіннеутворення			Урожайність потомства, т/га
	Фаза	Маса сухої речовини 1000 зерен, %	Вологість, %	Фаза	Лабораторна схожість насіння, %		
					свіжо - зібраного	після вихо- ду із стану спокою	
0-12	Формування	<35,0	>63	Ембріогенез	0	0-88	-
15	Власне достигання (налив)	42,9	56,0	Власне дозрівання	0	90-92	-
18		51,2	48,7		0	92-94	13,3
21		64,3	37,4		0	Те ж	-
24		78,0	27,6		0	«-»	13,4
27		90,5	16,7		0	«-»	-
30		96,4	16,0		9	«-»	13,6
33-34	Технічна стиглість	100	13,5		30	«-»	-
34... ...50 (n)	Післязбиральне достигання	≤100	≤12	Післязбиральне дозрівання	>30	«-»	13,5
≥50(n)	Повна стиглість	<100	Рівноважна	Фізіологічна зрілість	≥87	«-»	-

Формування зерна гірчиці білої, як і гірчиці сизої, тривало 12 діб, власне досягання – протягом усього періоду наливу – з 12-ої по 33-ю добу після цвітіння, тобто протягом 21 доби, що на 9 діб менше, ніж у гірчиці сизої.

Налив зерна гірчиці білої завершувався при вологості 13,5 %, за якої можливе збирання врожаю, тобто як і в гірчиці сизої збиральна стиглість збігалась у часі з технічною стиглістю. Після збирання зерно достигало в середньому протягом 17 діб, і досягало повної стиглості через 50 діб після цвітіння.

Період насіннеутворення гірчиці білої поділяємо на 4 фази: ембріогенез, власне дозрівання, післязбиральне дозрівання, фізіологічна зрілість.

За перебігом ембріогенезу гірчиця біла не відрізнялася від гірчиці сизої, однак тривалість періоду власне дозрівання її насіння була значно більша: 21 день проти 15 днів у гірчиці сизої. Дозрівання насіння гірчиці білої продовжувалось до кінця наливу (33-й день) та ще протягом 17 діб після його завершення, тому стан фізіологічної зрілості настав через 50 діб після цвітіння. З настанням фізіологічної зрілості насіннеутворення завершується.

Висновки: Види гірчиці розрізняються за кількістю й тривалістю фаз зерноутворення та насіннеутворення.

Зерноутворення гірчиці сизої продовжувалося в середньому 42 доби, насіннеутворення – 27 діб. У гірчиці білої тривалість зерноутворення й насіннеутворення була однаковою – 50 діб.

Період власне дозрівання насіння гірчиці сизої був на 15 діб менший періоду наливу, тому при збиранні у фазу збиральної стиглості воно не потребувало післязбирального дозрівання.

Насіння гірчиці білої дозрівало 21 добу під час наливу (власне дозрівання) та 17 діб після збирання врожаю (післязбиральне дозрівання). Загальна тривалість дозрівання становила 38 діб проти 15 діб у гірчиці сизої.

Вологість та маса насіння не впливали на його схожість і тривалість дозрівання.

Стиглість зерна та зрілість насіння залежали від його віку – кількості діб після цвітіння.

Насіння обох видів гірчиці старше 15-добового віку за врожайними якостями було рівноцінне.

У зв'язку з коротким періодом насіннеутворення, високоякісне насіння гірчиці сизої можна отримати значно раніше збиральної стиглості (через 20-27 днів після цвітіння), і використати для одержання другого врожаю зерна або зеленої маси.

Список використаних джерел

1. *Вовченко Ю.В., Фурсова Г.К.* Тривалість наливу та динаміка вологості насіння гірчиці в умовах північного степу України // Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. Серія. Рослинництво, селекція і насінництво, овочівництво. – Х., 2008. Вип.5. – с. 74-80.
2. *Фурсова Г.К., Вовченко Ю.В.* Природний спокій та дозрівання різновікового насіння гірчиці. Селекція і насінництво. Вип. 89. Харків, 2004. – с 177-185.
3. *Донченко Г.И.* Семенные качества зерна озимой пшеницы, убранный в различной спелости // Вопросы селекции и семеноводства. Труды ХСХИ, Т. XXXVII (LXXIV) – Харьков, 1962.- с 65-72.
4. *Кулешов Н.Н.* Формирование, налив и созревание зерна яровой пшеницы в зависимости от условий произрастания // Зап. Харьк. с.-х. ин-та. Т. VII (XLIV). Харьков, 1951.-с. 51-136.
5. *Коренев В.Г.* Биологическое обоснование сроков и способов уборки хлебов. – К.: Урожай, 1967. – с. 39-53.
6. *Строна И.Г.* Общее семеноведение полевых культур – М.: Колос, 1966.-464 с.
7. *Макрушин М.М.* Насіннезнавство польових культур. – К.: Урожай, 1994. – 208 с.
8. *Кузьмичев В.П.* Формирование, налив и созревание зерна кукурузы // Зап. Харьк. с.-х. ин-та. Т. XI (48). – Харьков: изд-во Харьк. гос. ун-та, 1955. – с. 71-76.
9. *Шпорт Е.В.* Изучение биологии цветения и семенообразования гороха в целях обоснования сроков и приемов уборки при различных способах посева. Автореф. дис. канд. с.-х. наук.- Харьков, 1967. – 19 с.
10. *Лукьяненко Н.М.* Формирование, налив и созревание зерна озимой пшеницы от условий прорастания и сорта // Тр. Харьк. с.-х. ин-та. Т.55.-Харьков, 1959.- с.73-92.
11. *Фурсова А.К.* Биология семянообразования подсолнечника. – Харьков, 1993.-198 с.
12. *Фурсова Г.К.* Закономірності зерноутворення та насіннеутворення колосових хлібів // Сучасні технології селекційного процесу с.-г. культур: Збірник тез міжнародного симпозіуму 7-9 липня 2004 р. – Харків, 2004. – с.29-30.
13. *Фурсова Г.К., Фурсов Д.І., Сергеев В.В.* Рослинництво: лабораторно-практичні заняття. Ч.1. Зернові культури. Навчальний посібник / За ред. Г.К. фурсової. – Харків: ТО Ексклюзив, 2004. – с. 51-58.
14. *Фурсова Г.К., Фурсов Д.І., Сергеев В.В.* Рослинництво: лабораторно-практичні заняття. Ч.2. Технічні та кормові культури. Навчаль-

ний посібник / За ред. Г.К. Фурсової. – Харків: ТО Ексклюзив, 2008. – 356 с.

15. *Natish С., Pay М.А.* Зародыш. // Эмбриология растений в 2-х томах. Т.2 / пер. с англ. Т.Б. Батыгиной и др. Под ред. И.П. Ермакова. – М.: Агропромиздат, 1990. – с. 451-456.
16. Методи аналізування схожості насіння // Насіння с.-г. культур. Методи визначення якості. ДСТУ – 4138-2002. – К.: Держстандарт України. – с. 10-14.

Зернообразованием называется процесс формирования семян как сырья, семяобразованием – как посевного материала. Установлены различия между горчицей сизой (*Brassica juncea*) и горчицей белой (*Sinapis alba*) по количеству и продолжительности фаз зернообразования и семяобразования. Зернообразование горчицы сизой длилось в среднем 42 суток, семяобразование – 27 суток. У горчицы белой продолжительность зернообразования и семяобразования была одинаковая – 50 суток. Семена горчицы сизой при уборке в фазу уборочной спелости не нуждались послеуборочном дозревании, горчицы белой дозревали 17 суток.

Grain formation is the process of forming seeds as raw materials. Seed formation is on the contrary the process of forming seeds as sowing material. Distinctions between *Brassica juncea* and *Sinapis alba* as for their quantity and grain and seed formation duration stages have been established. *Brassica juncea* grain formation have been lasting for 42 days average and its seed formation have been doing for 27 days. Duration of grain and seed formation with *Sinapis alba* was been the same – 50 days. The seeds of *Brassica juncea* under the conditions of harvesting time at the stage of ripening did not require after harvesting ripening. As for *Sinapis alba* its seeds have been ripening for 17 days.