



Зберігання та переробка продукції

УДК 631.531:633.85«401»

© 2017

ДОВГОВІЧНІСТЬ НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

С.М. Каленська,
член-кореспондент НААН,
доктор сільсько-
господарських наук

Н.В. Новицька,
кандидат сільсько-
господарських наук

Ю.П. Степаненко

Т.А. Столярчук

В.Г. Таран

А.С. Риженко

Національний
університет біоресурсів
і природокористування
України

О.А. Єременко,

кандидат сільсько-
господарських наук

Таврійський державний
агротехнологічний
університет

Мета. Установити довговічність насіння олійних культур за різних температурних режимів зберігання та ступеня його травмування. **Визначити** інтенсивність його дихання та чинники, які зумовлюють травмування. **Методи.** Використано порівняльний, аналітичний, польовий та лабораторні методи. **Результати.** За зберігання насіння олійних культур за стабільно низьких позитивних (+5°C) або від'ємних температур його довговічність зберігається впродовж тривалого періоду. За зберігання в умовах змінних температур «ex situ» господарська довговічність насіння швидко втрачається (за 4 – 12 міс.). На прикладі сої показано, як за різних видів та ступеня травмування насіння відбувається інтенсифікація його дихання, що призводить до швидкої втрати життєздатності насіння. За модельного збирання кукурудзи встановлено залежності між вологістю насіння та рівнем його травмування. **Висновки.** Установлено та обґрунтовано особливості збереження довговічності насіння соняшнику, гірчиці сизої, льону олійного за різних температурних режимів зберігання. Доведено негативний вплив травмування насіння сої та кукурудзи на його довговічність.

Ключові слова: довговічність насіння, схожість, травмування, дихання, соняшник, гірчиця, льон олійний, соя, кукурудза.

Насіння — носій генетичної інформації, запорука збереження біорізноманіття планети, продовольчої, енергетичної безпеки людства, господарської та економічної ефективності вирощування сільськогосподарських культур, експортно- та імпортоорієнтований

товар зі значною часткою в світовому ринку [1, 2]. Завдяки високоякісному насінню урожайність сільськогосподарських культур зростає на 30–40% [3].

Актуальною проблемою для виробництва і науки є довговічність насіння та чинники,

які його зумовлюють. Довговічність насіння — здатність зберігати життєздатність упродовж певного часу, його «тривалість життя». Умовно класифікується «біологічна довговічність» і «господарська довговічність» насіння [1, 4]. Біологічна довговічність зумовлена біологічними особливостями виду — проміжок часу, впродовж якого в пробі насіння зберігає схожість принаймні одна насінина. Біологічна довговічність важлива з погляду тривалості збереження цінних колекцій насіння за зберігання в генетичних банках, сховищах. Господарська довговічність — проміжок часу, впродовж якого насіння зберігає схожість, яка відповідає нормативним вимогам до нього [5].

Насіння видів різняться щодо «тривалості життя» за зберігання в генетичних банках або колекціях і для встановлення ефективності його збереження та довговічності, особливо короткоживучого насіння, використовуються як міжнародні стандартизовані методи, так і розробляються нові, які сприяють кількісному збереженню насінин у зразку [6–9]. Міжнародною радою ботаничних садів (BGCI) для зберігання насіння рекомендуються низькі позитивні температури +5°C та неглибоке заморожування до –20°C [10]. Ефективність зберігання підвищується за використання технології глибокого заморожування в рідкому азоті за температури –196° C [11].

Насіння різних видів рослин різняться щодо тривалості зберігання, проте нині дуже мало інформації щодо доведених залежностей між умовами формування, зберігання, його хімічним складом і довговічністю [12, 13]. Хімічний склад і морфологія насіння передусім є видовою та сортовою ознакою, проте визначається також абіотичними та біотичними чинниками його формування, які можуть зумовити зміни, що часто перевищують сортові значення [1, 5, 14].

У Кембриджському університеті (Велика Британія) було проведено експеримент зі 207-ма зразками насіння, які належали до 42-х видів з колекції USDA National Plant Germplasm System (NPGS) (усього нараховує 42 000 зразків зі 276-ти видів). Зразки насіння колекції урожаїв 1934–1975 рр. під час закладання мали високу схожість, яка змінилася з різною нормою

варіабельності за зберігання при +5 і –18°C [15]. «Короткоживучим» виявилось насіння видів родин *Ariaceae* та *Brassicaceae*, а «довгоживучим» — насіння видів родин *Malvaceae* і *Chenopodiaceae*.

Довговічність насіння також зумовлюється місцем його походження. Насіння, яке походить з Європи, як правило, має меншу тривалість життя, ніж насіння подібних видів з Азії і Австралії [15]. Водночас довговічність насіння істотно залежить від умов його формування на материнських рослинах. За аналізування зразків насіння сої, яке зберігалось в Болгарському генетичному банку впродовж 34-х років за температури –18°C, було встановлено, що його життєздатність змінювалася й істотно залежала від умов років формування або року врожаю та строку зберігання (схожість визначали через 11 та 34 роки зберігання) [16].

У живих організмах постійно відбувається сукупність хімічних перетворень — метаболізм, який забезпечує їхню життєдіяльність. Метаболічні процеси в живому організмі мають подвійну спрямованість — анаболітичну (синтез) і катаболітичну (розщеплення синтезованих речовин) [1, 5]. Під час анаболізму відбуваються процеси поглинання енергії за переважно відновних хімічних процесів, за катаболізму — окисні хімічні реакції і виділяється енергія. Співвідношення реакцій анаболізму і катаболізму визначає рівень життєдіяльності організму й уміст окремих речовин у різних клітинах рослинного організму у певний період розвитку.

Якість насіння, крім морфологічних ознак, характеризується кількістю, складом і властивостями запасних поживних речовин. Основними компонентами насіння є білки, вуглеводи, ліпіди (жири і жироподібні сполуки), нуклеїнові кислоти, мінеральні речовини, вода та ін. Насіння умовно поділяють на групи з високим умістом: крохмалю, білка або жиру [1, 4, 5]. Власне довговічність його значною мірою зумовлюється співвідношенням цих компонентів. За вмістом білка бобові майже втричі перевищують злакові, за кількістю жиру злакові і бобові рослини приблизно однакові, а в насінні олійних культур його міститься в 10 разів більше. Бобові рослини, хоча й багаті на білок, але найбільше вони містять

1. Уміст жирних кислот у насінні, % від загальної кількості [4]

Кислота	Культура				
	Соняшник	Соя	Льон	Рицина	Кукурудза
Пальмітинова	–	2–7	5–10	3	10
Стеаринова	8–10	4–7	5–10	3	10
Олеїнова	20–30	32–36	5–20	3–9	42–45
Лінолева	60	52–57	25–59	2–3	40–50
Ліноленова	–	2–7	–	–	–

вуглеводів, а в насінні олійних культур уміст вуглеводів дуже низький. Мінеральних речовин найбільше в насінні олійних культур і найменше — у злакових. Група бобових культур різниться щодо вмісту жиру в насінні: сої — до 20%; люпину білого — до 14; арахісу — до 50%, а також за якістю жиру [4, 17] (табл. 1).

У насінні жири неоднорідні, складаються із суміші різних тригліцеридів і жирних кислот (ЖК). Для насіння різних культур характерним є певний склад і співвідношення компонентів, що характеризується числовими показниками: числом омилення, йодним і кислотним числом (табл. 2). Число омилення характеризує молекулярну масу ЖК, йодне — ступінь ненасиченості кислот, кислотне число — нейтралізацію вільних кислот. Існує залежність між умістом ЖК і життєздатністю насіння. Насіння, яке має понад 5% вільних ЖК, за тривалого зберігання втрачає здатність до проростання [1, 4, 22].

Зберігати насіння олійних культур значно складніше, ніж зерно злакових. Насіння олійних вирізняється високим умістом гліцеридів високоненасичених ЖК (лінолевої і ліноленової), які схильні до нагромадження токсичних продуктів унаслідок пероксидації [4, 22]. У ліпідному комплексі насіння, яке зберігається, відбуваються ферментативні

процеси — розщеплюються фосфоліпіди, гліцериди; водночас накопичуються вільні ЖК. Під впливом кисню повітря і ферменту ліпоксигенази вони окислюються, утворюючи перекиси, гідроперекиси та інші продукти окислення. Це зумовлено високим умістом у насінні олійних культур жиру, який не здатний зв'язувати й утримувати вологу (як білок і крохмаль), що призводить до великого насичення вологою інших його речовин і до нерівномірного її розподілення. За загальної невисокої вологості концентрація вологи в тих частинах насіння, які містять білки і вуглеводи, може бути високою і тим вищою, чим більший уміст олії.

Оскільки насіннєвий матеріал зберігається впродовж тривалого часу, для збереження його посівних і урожайних властивостей потрібно забезпечити ефективну систему його захисту від несприятливих чинників за формування й зберігання. Незважаючи на те, що хімічний склад ЖК й інших компонентів характерний для кожної культури, залежно від кліматичних і погодних умов, технології вирощування та умов зберігання варіювання буває досить значне [14, 18].

Мета досліджень — установити довговічність насіння олійних культур за різних температурних режимів зберігання та ступеня його травмування. Визначити інтенсивність

2. Фізико-механічні показники жирів різних культур

Культура	Уміст жиру, %	Число омилення	Йодне число	Кислотне число	Питома маса
Соняшник	35–55	185–194	119–144	0,3–2,2	0,920–0,927
Льон	32–40	184–197	169–192	0,7–1,7	0,930–0,935
Кукурудза	5–17	188–193	111–131	–	0,920–0,928
Соя	17–16	188–195	114–138	4,7	0,922–0,934
Рицина	45–60	175–187	81–90	0,2–1,1	0,950–0,974

його дихання та чинники, які найбільшою мірою зумовлюють травмування.

Матеріали та методи досліджень. Якість насіння олійних культур визначали керуючись чинними міжнародними та державними нормативними документами: ДСТУ та ТУ на сировину, ДСТУ на методи аналізування, інструкціями з технохімічного контролю [19–21].

Для встановлення довговічності насіння використовували базове насіння соняшнику, гірчиці сизої, льону олійного та гібрида першого покоління соняшнику. Для проведення супутніх досліджень — дихання, травмування, хімічного складу використовували насіння культур, вирощених у стаціонарних і тимчасових польових дослідках кафедри рослинництва НУБіП України за відповідними схемами. Досліди з різними культурами проводили впродовж 2008–2017 рр.

Лабораторні дослідження з визначення посівних якостей та довговічності насіння гірчиці сизої проводили у Випробувальній лабораторії Державної інспекції сільського господарства України (2010–2012 рр.); льону олійного (2016–2017 рр.), сої (2008–2016 рр.) та кукурудзи (2015–2017 рр.) проводили в лабораторії «Якості насіння та садивного матеріалу» кафедри рослинництва НУБіП України. Польові та лабораторні дослідження з соняшником (2014–2017 рр.) проводили в Таврійському державному агротехнологічному університеті.

Травмування насіння визначали способом фарбування розчином індигокарміну двох робочих проб насіння по 100 шт., виділених з основної культури. Через 1–2 хв розчин зливали, насіння підсушували на фільтрувальному папері і в кожній пробі підраховували макротравмовані насінини — видимі неозброєним оком та мікротравмовані з пофарбованими тканинами за використання лупи.

Інтенсивність дихання насіння сої визначали за допомогою респіраторного приладу І. М. Толмачова та титрованого розчину бариту $\text{Ba}(\text{OH})_2$, який поглинає вуглекислий газ, виділений насінням [23]. Інтенсивність дихання визначали за кількістю виділеного вуглекислого газу або поглинутого кисню (у мл або мг), що виділяється в цих умовах наважкою насіння (100 або

1000 г насіння на абсолютно суху масу) за 24 год. Інтенсивність дихання насіння визначали в аналітичній біохімічній НДЛ «Фізіологічних основ продуктивності рослин» ННЦ «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка. У дослідженнях використовували ціле та травмоване насіння сої сортів Аннушка і Елена, вирощене в польових дослідках кафедри рослинництва у ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція».

Результати та обговорення. Сформоване за сприятливих умов насіння соняшнику містить цілий комплекс біологічно активних речовин (фосфоліпіди, вітамін Е, каротиноїди), які захищають жири від переокислення. За умов глобального потепління і аридизації клімату України зростає вплив несприятливих чинників середовища на формування ефективної системи захисту жирів від пероксидації.

Зібране базове насіння соняшнику закладали на зберігання після його доробки за схожості насіння гібрида Персей — 88% і сорту Лакомка — 85%. Нормативні вимоги до схожості насіння соняшнику першого покоління гібрида становить 85%; сорту — 87–92% залежно від категорії та вологості насіння 10% [20].

Період післязбирального дозрівання насіння соняшнику виявлявся в підвищенні його схожості і тривав у гібрида Персей 2–3 міс., сорту Лакомка — 4–5 міс. (табл. 3). Через 7 міс. зберігання в умовах лабораторії («*ex situ*») схожість насіння була нижчою від нормативної, тобто його господарська довговічність за зберігання в умовах змінних температур і вологості повітря становить лише 7–8 міс. після збирання. Швидше знижувалася схожість у насіння сорту Лакомка порівняно з гібридом Персей, що пов'язано з його різним хімічним складом.

З метою встановлення залежності схожості гірчиці від температури зберігання закладено лабораторний дослід (табл. 4). Отримані експериментальні дані дають змогу стверджувати, що за зберігання в умовах стабільно низької позитивної температури (+5°C) упродовж 34 міс. схожість гірчиці сорту Роксолана знизилася на 7% і становила 87%, відповідаючи нормативним вимогам державного стандарту щодо схожості

3. Властивості насіння соняшнику залежно від терміну зберігання за температури +12°C, вологість насіння 10%

Рік	Місяць	Гібрид/сорт			
		Персей		Лакомка	
		Енергія проростання,%	Схожість,%	Енергія проростання,%	Схожість,%
2014	Жовтень	86	88	85	85
	Листопад	86	89	90	93
	Грудень	98	99	91	93
2015	Січень	95	98	93	95
	Лютий	94	97	95	99
	Березень	90	93	89	94
	Квітень	89	92	90	94
2016	Жовтень	86	91	82	84
	Листопад	83	90	78	80
	Грудень	82	84	72	79
	Січень	81	83	70	72
	Лютий	79	81	68	68
	Березень	75	80	61	63
	Квітень	74	73	60	62

насіння — 85–90% залежно від його категорії [20]. За 12 міс. від початку зберігання схожість зменшилася лише на 1%; за наступні 12 міс. — на 3 і за наступні 10 міс. — ще на 3%.

Зміна температурного режиму зберігання, яка полягала в підвищенні температури до +12°C, зумовила істотне зниження схожості насіння гірчиці за досить короткий період і вихід за стандартні вимоги відбувся вже після 8 міс. зберігання. Схожість його за 12 міс. зберігання за температури +12°C знизилася з 94 до 71%; за 24 міс. — до 34 і за 34 міс. — до 1%.

За зберігання насіння гірчиці сизої в нерегульованих умовах («*ex situ*») або в умовах виробничих складів його схожість не відповідає нормативним вимогам уже через 4 міс. зберігання — 83%, а до наступного періоду сіви вона становила лише 33% (24.05.2011).

Отже, господарська довговічність насіння гірчиці за зберігання в виробничих складах без регулювання температурного режиму становить лише 4 міс., а біологічна — 16 міс.; за температури +12°C — 8 та 34 міс. відповідно. За зберігання насіння за стабільної температури +5°C схожість та

енергія проростання насіння відповідають нормативним вимогам і мало змінюються.

Таку саму закономірність встановлено за зберігання насіння льону олійного. Його заклали на зберігання за стандартної вологості та різних температур повітря: нерегульовані умови («*ex situ*»), +5 та –20°C. Нормативні вимоги до схожості насіння льону олійного становлять 80–90% залежно від його категорії та вологості 12%. Насіння зберігали впродовж 12 міс. Його вихідна схожість відповідала нормованим вимогам. Зберігання насіння за температури –20°C забезпечило повне збереження його схожості впродовж усього періоду зберігання; за температури +5°C схожість усіх сортів знижувалася неістотно — на 1–3%, за винятком сорту Лірина. Зберігання насіння льону олійного в умовах «*ex situ*» призвело до втрати його схожості значно нижче нормативних вимог — 11–75% у розрізі сортів. Оскільки насіння дуже гігроскопічне, то за зберігання без герметизації його вологість відповідає вологості повітря довкілля. Чим більші коливання рівноважної вологості, тим інтенсивніше відбуваються метаболічні процеси в насінні, що в поєднанні з високою температурою зберігання призводить

4. Енергія проростання та схожість насіння гірчиці сизої сорту Роксолана за різних температур зберігання, %

Дата	Температура зберігання					
	+5°C		+12°C		ex situ	
	ЕП	С	ЕП	С	ЕП	С
25.07.2010	92	94	92	94	93	94
25.09.2010	92	93	90	91	87	89
25.11.2010	92	93	89	90	81	83
23.01.2011	91	93	89	89	74	75
26.03.2011	91	93	85	86	51	52
24.05.2011	92	93	76	78	27	33
25.07.2011	90	93	70	71	12	19
28.09.2011	91	92	62	66	3	8
24.11.2011	91	91	58	61	0	2
25.01.2012	91	91	53	53	0	0
26.03.2012	90	91	46	49	0	0
24.05.2012	89	91	40	42	0	0
25.07.2012	90	90	34	34	0	0
27.09.2012	89	90	23	26	0	0
26.11.2012	89	89	15	16	0	0
25.01.2013	87	88	8	10	0	0
26.03.2013	87	88	3	3	0	0
27.05.2013	85	87	0	1	0	0

Примітка: ЕП — енергія проростання; С — схожість насіння.

до зниження його схожості, а в подальшому і повної її втрати. Значний діапазон варіабельності схожості насіння сортів льону олійного свідчить про потребу проведення подальших досліджень з метою встановлення чинників, які це зумовлюють.

Довговічність насіння, крім генетичних особливостей виду, зумовлюється його якістю, сформованою технологічними чинниками. Зокрема, «тривалість життя» насіння істотно залежить від його травмованості, яка може бути значною, чим часто нехтують як у виробництві, так і в наукових дослідженнях [18]. Довговічність нетравмованого насіння значно більша, ніж пошкодженого. Одним з показників, за яким можна встановити інтенсивність метаболічних процесів, які відбуваються в насінні, є його дихання. Власне інтенсивність дихання насіння значною мірою визначає термін його життєздатності. Проведено дослід з метою встановлення

особливостей дихання насіння двох сортів сої залежно від видів травм, тривалості зберігання, фізіологічного стану — спокою та проростання. Травмоване насіння сої дихає значно інтенсивніше, ніж ціле.

Визначення інтенсивності дихання цілого сухого насіння сортів сої Аннушка та Єлена свідчить, що у стані спокою воно поглинає 1,91 мл кисню/100 г сухої речовини (с.р.) за добу; з мікро- та макротравмами оболонки — 2,31–2,63; з макротравмами сім'ядолей — 3,82–4,01; з мікротравмами сім'ядолей інтенсивність дихання зростала до 6,63 і 7,91 мл кисню/100 г с.р. за добу відповідно для насіння сорту Єлена та Аннушка. Інтенсивність дихання насіння сої залежить як від місця виникнення травм, так і від ступеня пошкодження. Насіння з мікротравмами і макротравмами сім'ядолей дихає значно інтенсивніше.

За намочування насіння впродовж 2-х год інтенсивність дихання зростала більше, ніж на порядок і становила у насіння сорту Аннушка — 41,2–64,8; Єлена — 18,3–35,9 мл кисню/100 г с.р. за добу за наявності травм насіння, відповідно для цілого насіння сортів — 24,2 і 14,4 мл кисню/100 г с.р. за добу.

Через добу після початку пророщування інтенсивність дихання травмованого насіння збільшується також майже на порядок: сорту Аннушка — до 175,3–476,5; Єлена — 123,3–296,7 мл кисню/100 г с.р. за добу. Установлено, що інтенсивність дихання насіння під час проростання значно зростає за його мікро- і макротравм, що зумовлює значну втрату енергії та запасних речовин, потрібних насінню для формування повноцінного проростка.

Після 20 міс. зберігання інтенсивність дихання сухого насіння сої збільшувалася в 1,1–1,4 раза; насіння, яке намочували у воді 2 год, — у 1,1–1,9; після пророщування впродовж доби — в 1,25–2,30 раза, порівняно з тими самими зразками, проаналізованими до зберігання. Спостерігалася така сама закономірність щодо зростання інтенсивності дихання залежно від виду травм. Інтенсивність дихання під час зберігання збільшується як через активацію метаболічних процесів, так і внаслідок діяльності патогенних мікроорганізмів. Сортова різниця щодо інтенсивності дихання насіння

може бути пов'язана як з його морфологією, так і з хімічним складом.

Основна спрямованість старіння насіння протилежна його дозріванню: змінюється біохімічний склад зерна, знижується розчинність і поступово змінюється амінокислотний склад білків, знижується частка доступного лізину. Ці зміни особливо помітні в перші місяці зберігання, а також за теплового сушіння зерна. Власне травмування насіння кукурудзи значною мірою зумовлюється процесами збирання та теплового сушіння. З огляду на це досить важливим є вибір гібрида, вміст сухої речовини в зерні на момент збирання, строки збирання та режим його сушіння. Збирання зерна з підвищеною вологістю зумовлює зростання частки подрібненого зерна та травмування зародка. Проведено дослідження щодо

травмування насіння гібридів кукурудзи, які належать до різних груп стиглості, залежно від вологості зерна на момент збирання. Гібриди кукурудзи Дніпровський 257, Гарант, Сенсор вирощено в 3-факторному досліді в Кагарлицькому р-ні Київської обл., де, крім фактора «гібриди», досліджували вплив факторів «густота стояння рослин» і «норми мінеральних добрив». За ручного збирання і обмолочування кукурудзи травмування було мінімальним — близько 5%. Зерно починали обмолочувати комбайном з пробних ділянок за вологості 40%. Проведені дослідження дали змогу встановити, що в середньому за зниження вологості зерна під час збирання на 1% його травмування знижується на 1,5–3%, за вологості зерна вище 40% частка битого та травмованого зерна сягала 10–60%.

Висновки

Довговічність насіння олійних культур зумовлюється як видовими особливостями, так і чинниками його вирощування, збирання та зберігання. За зберігання насіння олійних культур за стабільно низьких позитивних (+5°C) або від'ємних температур його довговічність зберігається впродовж тривалого періоду. За зберігання в умовах змінних температур «ex situ» його господарська довговічність втрачається за дуже короткий період — 4–12 міс.

Період післязбирального дозрівання насіння соняшнику виявляється в підвищенні його схожості і триває від 2–3-х (гібрид Персей) до 4–5-ти міс. (сорт Лакомка). Господарська довговічність насіння соняшнику за зберігання в умовах змінних температур і вологості повітря («ex situ») становить лише 7–8 міс. після збирання. Хімічний склад насіння зумовлює мінливість його схожості.

Господарську довговічність насіння гірчиці за зберігання у виробничих складах без регулювання температурного режиму («ex situ») зберігає впродовж 4 міс., біологічну — 16 міс.; за температури +12°C — 8 та 34 міс. відповідно; за температури +5°C схожість та енергія проростання

насіння знизилися лише на 7% за 34 міс.

За зберігання насіння сортів льону олійного за температури –20°C його схожість, господарська та біологічна довговічності не змінюються; за +5°C — схожість насіння знижується неістотно — на 1–3%, за винятком насіння окремих сортів; в умовах «ex situ» схожість значно нижче нормативних вимог і становить в абсолютних показниках — 11–75% у розрізі сортів.

За різних видів і ступеня травмування насіння сої відбувається інтенсифікація його дихання, що призводить до швидкої втрати життєздатності насіння. Дихання значно зростає за мікро- і макротравм як сухого насіння, так і особливо на перших мікростадіях його проростання. Інтенсивність дихання насіння сої зумовлюється місцем і ступенем травмування — за мікро- і макротравм сім'ядолей воно дихає значно інтенсивніше.

За модельного збирання кукурудзи встановлено залежності між вологістю насіння та рівнем його травмування. За зниження вологості зерна під час збирання на 1% його травмування знижується на 1,5–3%. За вологості вище 40% частка травмованого зерна сягала 10–60%.

Бібліографія

1. *Посевной и посадочный материал*/Д. Шпаар, А. Березкин, К. Гинапп и др. — М.: ИД ООО «ДЛВ Агродело», 2010. — Т. 1. — 238 с.
2. *Каленська С.М.* Світові тенденції в розвитку насінництва//Наук. пр. ПФ НУБіП України «КАТУ». — Сімферополь, 2008. — Вип. 107. — С. 26–32.
3. *Каленская С.М.* Семена — основа аграрных технологий//С.М. Каленская, З.Д. Сыч//Овощеводство. — 2008. — № 7. — С. 18–21.
4. *Насіннєзнавство* та методи визначення якості насіння сільськогосподарських культур: навч. посіб. (Гриф МОН України, лист № 1/11–35 від 05.01.2011 р.)/С.М. Каленська, Н.В. Новицька, В.Л. Жемойда та ін.; за ред. С.М. Каленської. — Вінниця: Нова Книга, 2011. — 300 с.
5. *Рослинництво*/О.Я. Шевчук, С.М. Каленська, М.Я. Дмитришак та ін. — К.: НАУ, 2005. — 512 с.
6. *Міжнародні правила з тестування насіння*: навчальний посібник (Гриф МОН України, лист № 1/11–7292 від 04.08.2011 р.)/В.В. Волкодав, С.М. Каленська, Н.М. Бельдій, Н.В. Новицька; за ред. В.В. Волкодава. — Херсон: Олді-плюс, 2011. — 416 с.
7. *FAO, Genebank standards for plant genetic resources for food and agriculture*, Rome, 2014. — 162 p.
8. *Ripka Z.* Seed Testing international//Z. Ripka//New method for germination of Brassica spp. and Sinapis alba seeds. — 2009. — № 137. — P. 35–36.
9. *150-seed comparative longevity protocol — a reduced seed number screening method for identifying short-lived seed conservation collections*/R.M. Davies, R.J. Newton, F.R. Hay, R.J. Probert//Seed Science and Technology. — 2016. — V. 44 (3). — P. 1–16.
10. *Botanic gardens and the world conservation strategy*. — London: Acad. Press, 1987. — 367 p.
11. *Leliberte B.* Botanic garden seed banks: genebanks worldwide, their facilities, collections and network//B. Leliberte//Botanic Gardens Conservation News. — 1997. — V. 2, № 7. — P. 18–22.
12. *Clarence R.* Quick How long can a seed remain alive?//R. Clarence//Yearbook of Agriculture, 1961. — P. 95–99.
13. *Jones Q.* Chemical analyses of seeds. II: Oil and protein content of 759 species//Q. Jones, F. R. Earle//Economic Botany. — 1966. — V. 20. — P. 127–155.
14. *Управління процесами формування високоякісного насіння сільськогосподарських культур*/С.М. Каленська, Н.В. Новицька, А.Є. Стрихар та ін.//Наук. вісн. НАУ. — 2008. — Вип. 123. — С. 11–17.
15. *Walters C.* Longevity of seeds stored in a genebank: species characteristics//C. Walters, M. Lana Wheeler, Judith M. Grotenhuis. — 2007. — V. 15. — P. 1–20.
16. *Desheva G.* Germinability of soybean seeds stored more than 30 years in the Bulgarian national seed genebank//G. Desheva, S. Petrova, M. Deshev//World Scientific News. — 2017. — V. 69. — P. 29–46.
17. *Sendžikienė E.* Exhaust emissions from the engine running on multicomponent fuel/ E. Sendžikienė, V. Makarevičienė, S. Kalenska//Transport. — 2012. — 27 (2): ICID: 1033447 IC™ Value: 3.00. — P. 111–117.
18. *Новицька Н.В.* Шляхи зниження негативних наслідків травмування насіння//Н.В. Новицька//Наук. вісн. НУБіП України. Серія «Агрономія». — К., 2012. — Вип. 176. — С. 40–45.
19. *Методика селекційного експерименту (у рослинництві)*: навч. посіб./Е.Р. Ермантраут, Т.І. Гопцій, С.М. Каленська та ін. — Х.: Вид-во Харк. НАУ ім. В.В. Докучаєва, 2014. — 229 с.
20. *ДСТУ 2240–93.* Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. — К.: Держстандарт України, 1994. — 73 с.
21. *ДСТУ 4138–2002.* Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. — К.: Держспоживстандарт України, 2003. — 173 с.
22. *Возобновляемые растительные ресурсы*/Д. Шпаар, Д. Драгер, С. Каленська и др. — СПб. — Пушкин, 2006. — Т. 1. — 415 с.
23. *Фізіологія рослин*; за ред. Т.В. Паршикової. — Луцьк: Терен, 2010. — 420 с.

Надійшла 8.11.2017.