



DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-4

УДК: 633.11+633.14:631.531

ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ, РЖИ И ТРИТИКАЛЕ ПРИ РАЗНЫХ ВАРИАНТАХ ХРАНЕНИЯ

Стёпочкин П.И.

Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал Федерального исследовательского центра Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

Для цитирования: Стёпочкин П.И. Всхожесть семян пшеницы, ржи и тритикале при разных вариантах хранения // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 1. С. 27–34. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-4

For citation: Stepochkin P.I. Vskhozhest' semyan pshenitsy, rzh i tritikale pri raznykh variantakh khraneniya [Seed germination of wheat, rye and triticale at different storage variants]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 1, pp. 27–34. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-4

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Изучена всхожесть семян озимых и озиморывых гексаплоидных тритикале, пшеницы и ржи после девятилетнего хранения в помещениях при температуре 18–24 °С. Опыт заложен осенью 2008 г. в четырех повторностях в вариантах хранения: в колосьях и обмолоченных семенах в бумажных и полиэтиленовых пакетах. Для опыта использованы семена свежего урожая, высушенные в течение 2 мес в снопах. Осенью 2017 г. семена пророщены при температуре 24 °С. Выявлены наиболее приемлемые варианты хранения семян (в полиэтиленовых пакетах и колосьях) и различия по всхожести семян культур и сортов разцов разного типа развития. Всхожесть семян всех трех культур была удовлетворительной при хранении в колосьях ($68 \pm 3\%$) и в полиэтиленовых пакетах ($70 \pm 3\%$). У семян, хранившихся в бумажных пакетах, отмечена пониженная всхожесть ($59 \pm 2\%$). При хранении в полиэтиленовых пакетах озимые сорта тритикале Сирс 57 и Цекад 90 показали повышенную всхожесть – $77 \pm 3\%$ и $74 \pm 2\%$ соответственно. Всхожесть

SEED GERMINATION OF WHEAT, RYE AND TRITICALE AT DIFFERENT STORAGE VARIANTS

Stepochkin P.I.

Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

Germinating ability of winter and winter-spring hexaploid triticale seeds, as well as wheat and rye seeds, after nine years of room storage at the temperature of 18–24 °C, was studied. The experiment was laid in autumn 2008 and included four repetitions of crop samples within each storage variant: in ears and threshed seeds, in paper and plastic bags. For the experiment, the seeds of the new harvest were dried for 2 months in sheaves. In autumn 2017, the seeds were germinated at the temperature of 24 °C. The most acceptable variants of seed storage (in plastic bags and in ears) as well as differences in seed germinating ability of crops and variety specimens of different development types were revealed. Seed germinating ability of all three crops was satisfactory when stored in ears ($68 \pm 3\%$) and in plastic bags ($70 \pm 3\%$). Reduced germinating ability ($59 \pm 2\%$) was noted after storage in paper bags. When stored in plastic bags, the seeds of winter varieties of triticale, Sears 57 and Cecad 90, showed increased germinating ability: $77 \pm 3\%$ and $74 \pm 2\%$, respectively. The seed germinating ability of all winter crops was higher than that of winter-

семян озимых форм всех культур выше, чем у озимо-яровых аналогов. У тритикале превышение составляло в среднем 9%, пшеницы – 4,5, озимой ржи – 12%. Из всех изученных культур и образцов наименьшая всхожесть семян ($45 \pm 3\%$) отмечена у самого позднеспелого – озимо-яровой формы тритикале Цекад 90/5, наивысшая ($84 \pm 4\%$) – у озимого сорта ржи Короткостебельная 69. У диплоидной ржи всхожесть семян в среднем на 11% выше, чем у тетраплоидной. Всхожесть семян у пшеницы и ржи в среднем по всем вариантам опыта была выше, чем у тритикале, значения – $72 \pm 3\%$, 68 ± 3 и $61 \pm 2\%$ соответственно.

Ключевые слова: семена, хранение, всхожесть, тритикале, пшеница, рожь

ВВЕДЕНИЕ

Жизнеспособности семян придают большое значение растениеводы, семеноводы, селекционеры и агрономы всего мира [1]. Известно, что главными факторами старения семян при долгом хранении являются воздействие свободных радикалов, приводящих к окислению жиров, инактивация энзимов и деградация белков, разрушение клеточных мембран и повреждение нуклеиновых кислот [2–5]. Некоторые авторы считают, что главными причинами старения семян при их хранении в условиях высокой температуры и повышенной влажности являются окисление жиров и потеря мембранных фосфолипидов [3, 5]. Однако в работах по рису [6], сое [7] и пшенице [8] показано незначительное окисление жиров и потеря мембранных фосфолипидов.

Влажность, температура и кислород являются критическими факторами при долгосрочном хранении семян. Низкое содержание влаги и низкие температуры рекомендованы для долгосрочного хранения семян в генных банках [9]. В Российских генных банках семена длительное время хранятся при низких температурах. В Кубанском филиале Всероссийского института растениеводства

spring analogues. Triticale excess averaged 9%, wheat – 4.5%, winter rye – 12%. Among all studied crops and samples, the most late-maturing genotype of winter-spring triticale Cecad 90/5 had the lowest seed germinating ability ($45 \pm 3\%$), while winter rye variety Korotkostebel'naya 69 had the highest one ($84 \pm 4\%$). The diploid rye had an average seed germination rate by 11% higher than the tetraploid one. Wheat and rye had higher seed germinating ability in all variants of the experiment than triticale genotypes, the germinating ability indices being $72 \pm 3\%$, $68 \pm 3\%$ and $61 \pm 2\%$, respectively.

Keywords: seeds, storage, germinating ability, triticale, wheat, rye

им. Н.И. Вавилова семена хранятся при температуре 4°C [10], в подземных хранилищах Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова в Якутске в условиях вечной мерзлоты семена находятся на глубине 11 м при постоянной температуре $-2,7^\circ\text{C}$ ¹.

Обезвоженные семена почти не теряли всхожесть при долгосрочном (свыше 40 лет) хранении [11, 12]. Но технически сложно выполнить условия такого хранения, соблюдая режим обезвоживания и лишённую кислорода атмосферу внутри емкости для семян. Криогенное хранение семян, например, в жидком азоте – перспективный метод консервации зародышевой плазмы, так как ее метаболическая активность при этом сводится к минимуму и жизнеспособность семян практически не снижается [13]. Однако эти все технологии дорогостоящие и недоступны для селекционных учреждений Российской Федерации.

В Сибирском научно-исследовательском институте растениеводства и селекции – филиале Федерального исследовательского центра Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук (Сибирском НИИ растениеводства и селекции – филиале ИЦиГ СО РАН) семе-

¹Сторожева Н.Н. Вечная мерзлота как криобанк генетических ресурсов сельскохозяйственных культур / Сборник материалов IV научно-практической конференции «Природно-ресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России». Пенза. 2006. С. 211–214.

на коллекционных форм зерновых культур хранятся в условиях комнатных помещений учреждения в течение 6–9 лет с сохранением жизнеспособности, достаточной для восстановления всхожести. Такой срок экспериментально установлен для семян пшеницы, ячменя, овса, риса и сои [14, 15].

Всхожесть семян пшеницы, ржи и тритикале озимого и озимо-ярового – альтернативного типа развития, при котором растения способны переходить к генеративной фазе развития как при осеннем, так и при весеннем севе, после длительного хранения в условиях комнатных помещений ранее не была изучена.

Цель работы – изучить всхожесть семян пшеницы, ржи и тритикале озимого и озимо-ярового после многолетнего хранения в помещениях при температуре 18–24 °С.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для изучения были взяты формы гексаплоидных тритикале двух типов развития: две озимые – Цекад 90 и Сирс 57, четыре озимо-яровые (оз/яр) альтернативного типа развития или двуручки – Цекад 90/5, Сирс 57/2/4, УК 30/33, ЛМК 462/292, озимо-яровые диплоидная (Короткостебельная оз/яр) и тетраплоидная (Тетра короткая оз/яр) формы ржи, их исходные сорта озимые – Короткостебельная 69 и Тетра короткая, две озимо-яровые формы пшеницы – Л 105/5 и Л 105/7 и их исходная озимая форма Лютеценс 105.

Опытные растения были убраны осенью 2008 г. в фазе полной спелости и подвешены вниз колосьями на 2 мес в помещении для приведения их семян к одинаковой влажности 9,0–9,5%. Обмолачивали семена вручную, чтобы избежать их механического повреждения при машинном обмолоте.

После этого семена каждой из изучаемых форм хранились в помещении при температуре 18–24 °С. Семена находились как в колосьях, так и в обмолоченном состоянии в заклеенных скотчем бумажных пакетах и в заклеенных термическим путем полиэтиленовых пакетах. В двух вариантах опыта по 250 обмолоченных семян рассыпали по

четырем пакетам. В варианте с колосьями в незаклеенные пакеты также в 4-кратной повторности закладывали по 5–7 колосьев в зависимости от озерненности. В 2017 г. 21 августа семена в количестве 100 шт. каждого образца из каждого варианта опыта проращивали в чашках Петри. На протяжении нескольких десятков лет работы с семенами селекционных и коллекционных форм тритикале, в отличие от других зерновых культур, в СибНИИРСе применяли оптимальный для сложившихся условий способ проращивания семян этой культуры. Перед замачиванием семена обрабатывали в течение 5 мин 0,3%-м раствором перекиси водорода для их обеззараживания, затем промывали трижды в проточной воде в течение 10 мин, высушивали и раскладывали на влажную фильтровальную бумагу в чашке Петри для проращивания при температуре 24 °С, закрыв чашку стеклянной крышкой. Определяли окончательную всхожесть спустя 10 дней.

Данные опыта статистически обрабатывали по алгоритмам, приведенным Б.А. Доспеховым [16], и в пакете прикладных программ Snedecor [17].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исходная всхожесть пшеницы, ржи и двух сортов озимых тритикале Цекад 90 и Сирс 57 была 94–97%. У тритикале УК 30/33, ЛМК 462/292, Цекад 90/5 и Сирс 57/2/4 оба показателя оказались несколько ниже: 88–93%.

Хранение семян всех культур в течение 9 лет уменьшило всхожесть семян. Наименьшей ($45 \pm 3\%$) она была у тритикале озимо-ярового типа развития Цекад 90/5 после хранения в бумажных пакетах, наибольшей (84 ± 4) – озимый сорт ржи Короткостебельная 69 после хранения в колосьях (см. таблицу).

Двухфакторным дисперсионным анализом выявлено существенное влияние факторов «сорт» ($F = 91,4$ при $F_{0,05} = 4,08$) и «способ хранения» ($F = 33,1$ при $F_{0,05} = 2,07$). Почти все изученные формы, кроме ржи озимо-яровой Тетра короткая, показали более низкую всхожесть семян (в среднем

Всхожесть семян тритикале, пшеницы и ржи после 9 лет (2008–2017) хранения в разных условиях
Germinating ability of triticale, wheat and rye seeds after 9 years (2008–2017) of storage under different conditions

Культура, образец	Всхожесть семян при различных вариантах хранения, %			
	Бумажные пакеты	Полиэтиленовые пакеты	Колосья	Средняя
Цекад 90 озимый	58 ± 3*	74 ± 2	60 ± 3	64 ± 4
Сирс 57 озимый	61 ± 2	77 ± 3	62 ± 5	67 ± 5
Цекад 90/5 оз/яр	45 ± 3*	59 ± 4	57 ± 3	53 ± 4
Сирс 57/2/4 оз/яр	52 ± 3	62 ± 4	64 ± 4	59 ± 4
УК 30/33 оз/яр	58 ± 6	63 ± 5	63 ± 4	61 ± 3
ЛМК 462/292 оз/яр	56 ± 6	67 ± 5	70 ± 4	61 ± 4
Короткостебельная 69 оз/яр	64 ± 4	65 ± 3	75 ± 3	68 ± 3
Тетра короткая оз/яр	57 ± 5	50 ± 3	61 ± 3	56 ± 3
Короткостебельная 69 озимая	72 ± 4	82 ± 8	84 ± 4	80 ± 4
Тетра короткая озимая	66 ± 4	75 ± 5	69 ± 5	70 ± 3
Лютесценс 105/5 оз/яр	60 ± 3*	77 ± 4	79 ± 2	72 ± 5
Лютесценс 105/7 оз/яр	53 ± 5*	80 ± 4	73 ± 4	69 ± 7
Лютесценс озимый	68 ± 3	76 ± 3	81 ± 4	75 ± 4
Среднее	59 ± 2*	70 ± 3*	68 ± 3	

* Достоверно при $p < 0.05$.

на 10%) после хранения в бумажных пакетах по сравнению с семенами, хранившимися в полиэтиленовых пакетах и в колосьях. Но существенная разница выявлена только у двух форм тритикале – озимой Цекад 90 и озимо-яровой Цекад 90/5 и у двух озимо-яровых форм пшеницы – Лютесценс 105/5 и Лютесценс 105/7. В среднем всхожесть семян после хранения в колосьях, бумажных и полиэтиленовых пакетах была по культурам: у тритикале 63 ± 3 , 55 ± 2 и $67 \pm 4\%$, пшеницы $77 \pm 0,6$; 60 ± 4 и $78 \pm 1\%$, ржи 72 ± 5 , 65 ± 4 и $68 \pm 7\%$ соответственно. У тритикале во всех вариантах опыта всхожесть семян в среднем (61%) ниже, чем у пшеницы (72%) и ржи (68%).

Варианты хранения в полиэтиленовых пакетах и в колосьях существенно между собой не различались. У всех трех культур в пределах каждого варианта опыта всхожесть семян у озимых форм была несколько выше, чем у их озимо-яровых аналогов, хотя достоверных различий не выявлено. У тритикале превышение было в среднем на 9%, у пшеницы – на 4,5%. У озимой ржи обоих уровней ploидности разница соста-

вила 12%. Возможно, это связано с тем, что озимые созревали почти на месяц раньше яровых и попали в более благоприятные внешние условия.

Нужно отметить, что оба озимых сорта тритикале Сирс 57 и Цекад 90 наивысшую всхожесть показали после хранения в полиэтиленовом пакете (77 ± 3 и $74 \pm 2\%$ соответственно). Эти сорта в целом обладали более высокими показателями по сравнению с другими формами тритикале (см. рис. 1). Озимо-яровые тритикале, особенно Цекад 90/5, созревали поздно, что сказалось на качестве и всхожести семян.

Диплоидная рожь обоих типов развития (Короткостебельная 69 и Короткостебельная 69 оз/яр) в среднем на 11% обладала более высокой всхожестью семян, чем тетраплоидная (см. рис. 2). Скорее всего, это связано с тем, что популяции тетраплоидной ржи содержат некоторую долю анеуплоидных растений, возникающих в результате мейотических нарушений [18]. Анеуплоиды с числом хромосом, значительно меньшим, чем 28, могут иметь пониженную жизнеспособность не только в растительной, но и в

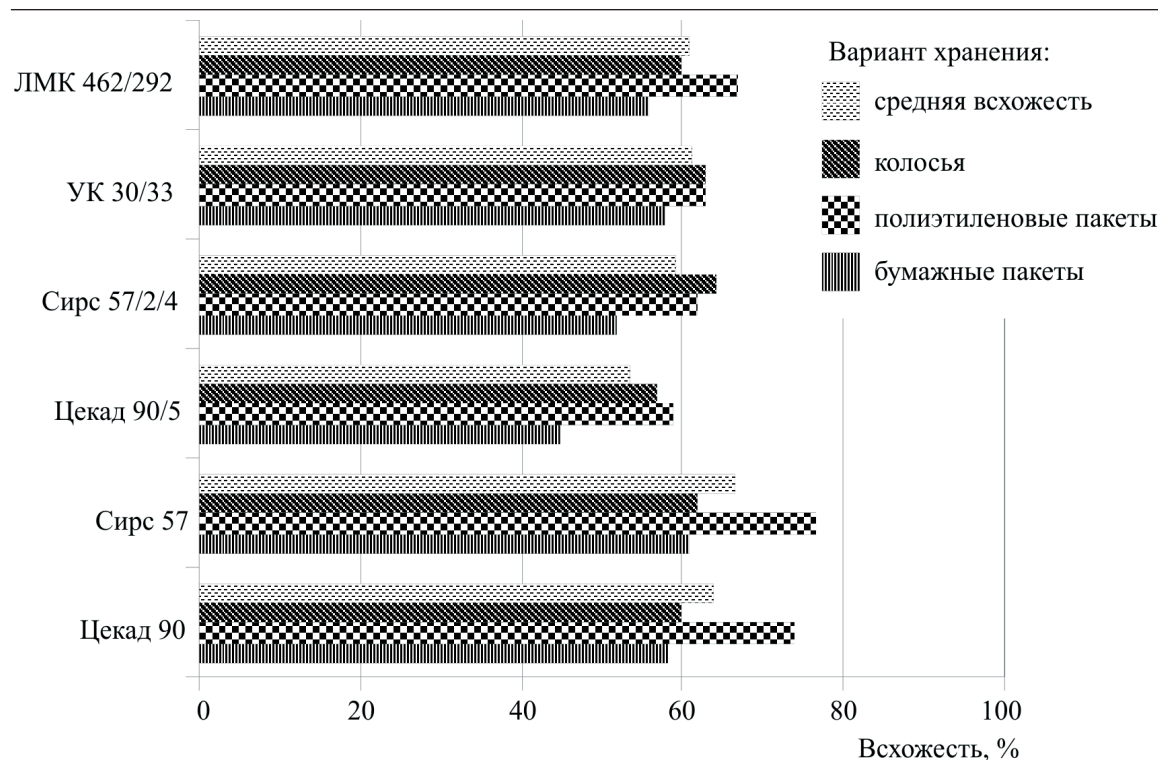


Рис. 1. Всхожесть семян тритикале после 9 лет хранения в разных вариантах опыта

Fig. 1. Germinating ability of triticale seeds after 9 years of storage in different experimental variants

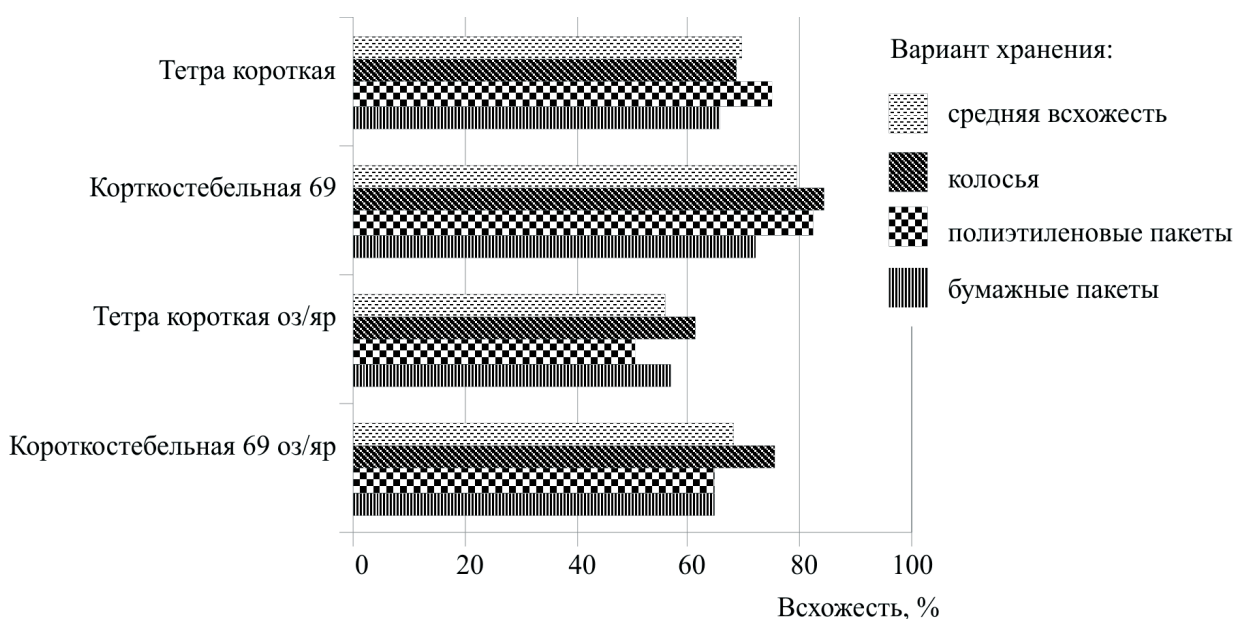


Рис. 2. Всхожесть семян ржи после 9 лет хранения в разных вариантах опыта

Fig. 2. Germinating ability of rye seeds after 9 years of storage in different experimental variants

семенной фазе развития.

У тритикале также часто встречаются цитогенетически нестабильные формы [19, 20]. Возможно, более низкая всхожесть семян у Цекад 90/5 во всех вариантах опыта связана с этим.

Озимая пшеница Лютесценс 105 в среднем по вариантам показала несколько более высокую всхожесть по сравнению с двумя озимо-яровыми аналогами (см. рис. 3). Пониженную всхожесть семян озимо-яровой формы Л 105/7 можно объяснить тем, что

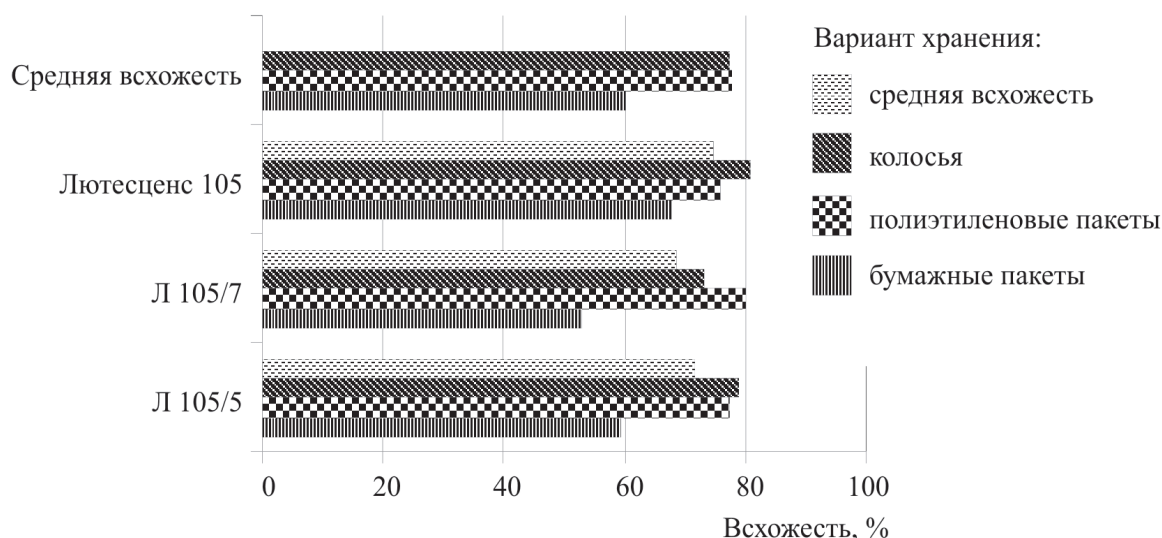


Рис. 3. Всхожесть семян пшеницы после 9 лет хранения в разных вариантах опыта

Fig. 3. Germinating ability of wheat seeds after 9 years of storage in different experimental variants

она почти на неделю позднее поспевает, чем другая озимо-яровая форма – Л 105/5.

Таким образом, опыт по 9-летнему хранению необмолоченных семян в колосьях, обмолоченных семян в бумажных и полиэтиленовых пакетах позволил выявить как более приемлемые варианты хранения семян, так и дифференцировать культуры и формы разного типа развития по их всхожести.

ВЫВОДЫ

1. Всхожесть семян трех культур тритикале, ржи и пшеницы была пониженной в среднем на 10% после 9 лет хранения в бумажных пакетах ($59 \pm 2\%$) по сравнению с семенами, хранившимися в полиэтиленовых пакетах ($70 \pm 3\%$) и в колосьях ($68 \pm 3\%$).

2. Во всех вариантах опыта семена озимых форм лучше сохранились, чем озимоярвых. Наименьшая их всхожесть ($45 \pm 3\%$) отмечена у озимо-яровой формы тритикале Цекад 90/5, наивысшая ($84 \pm 4\%$) – у озимого сорта ржи Короткостебельная 69.

3. Озимые сорта тритикале Сирс 57 и Цекад 90 предпочтительней хранить в полиэтиленовых пакетах, так как при этом варианте хранения они показали повышенную всхожесть – 77 ± 3 и $74 \pm 2\%$ соответственно.

4. У диплоидной ржи обоих типов развития всхожесть семян в среднем на 11% выше, чем у тетраплоидной.

5. Всхожесть семян у пшеницы и ржи в среднем выше, чем у тритикале, и равна соответственно 72, 68 и 61%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Daya K. Panday. Liquid preservation of cucurbit seeds at ambient temperature // *Experimental Agriculture*. 2017. Vol. 53(4), P. 553–565. DOI: 10.1017/S0014479716000570.
2. Bewley J. D., Black M. Viability and longevity // *Physiology and Biochemistry of Seed in Relation to Germination. II. Viability, Dormancy and Environmental Control*. Berlin, Springer-Verlag. 1982. P. 1–59.
3. Wilson J.R.D.O., McDonald J.R.M.B. The liquid peroxidation model of seed ageing // *Seed Science and Technology*. 1986. Vol. 14. P. 269–300.
4. Smith M.T., Berjak P. Deteriorative changes associated with the loss of viability of stored desiccation-tolerant and desiccation-sensitive seeds // *Seed Development and Germination*. New York: Marcel Dekker, 1995. P. 701–746.
5. McDonald M.B. Seed deterioration: physiology, repair and assessment // *Seed Science and Technology*. 1999. Vol. 27. P. 177–237.
6. Matsuda H., Hirayama O. Changes of lipid components and lipolytic acylhydrolase activities in rice grains during their storage // *Journal of Agricultural Chemistry Society of Japan*. 1973. Vol. 47. P. 279–384.
7. Priestley D.A., Leopold A.C. Lipid changes during natural ageing of soybean seeds // *Physiologia Plantarum*. 1983. Vol. 59. P. 467–470.

8. Petruzzelli L., Taranto G. Phospholipid changes in wheat embryos aged under different storage conditions // *Journal of Experimental Botany*. 1984. Vol. 35. P. 517–520.
9. IBPGR. International Board of Plant Genetic Resources. Cost-effective Long-term Seed Stores, Rome: IBPGR. ISTA (International Seed Testing Association). International rules for seed testing // *Seed Science and Technology*. 1985. Vol. 13. P. 356–513.
10. Филиппенко Г.И., Силаева О.И., Сторожева Н.Н. Использование вечной мерзлоты с целью сохранения генетических ресурсов растений // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. СПб.: ВИР. 2012. Т. 169. С. 240–245.
11. Gomez-Campo C.A. Guide to Efficient Long Term Seed Preservation // *Monographs ETSIA*, University Politecnica de Madrid. 2007. Vol. 170. P. 1–17.
12. Gomez-Campo C.A. Efficient Long Term Seed Preservation // *Monographs ETSIA*, Universidad Politecnica de Madrid. 2009. Vol. 171. P. 1–3.
13. Stanwood P.C. Cryopreservation of seed germplasm for genetic conservation // *Cryopreservation of Plant Cells and Organs*. (Kantha, K. K., ed.). CRC. Boca Raton. FL. 1985. pp. 199–226.
14. Захарченко И.В. Послеуборочная обработка семян в Нечерноземной зоне: монография. М.: Россельхозиздат. 1983. 263 с.
15. Силаева О.И. Хранение коллекции семян мировых растительных ресурсов в условиях низких положительных температур – оценка, состояние, перспективы // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. СПб.: ВИР. 2012. Т. 169. С. 230–239.
16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: монография. М.: Агропромиздат. 1985. 351 с.
17. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере: монография. Новосибирск: Сибирское отделение РАН. Институт почвоведения и агрохимии. 2007. 206 с.
18. Hossain M.G. Selection in tetraploid rye.3. Frequency and performance of aneuploids // *Euphytica*. 1978. Vol. 27. N 1. P. 137–143.
19. Стёпочкин П.И. Анализ мейоза различных форм 42-хромосомных тритикале методом дифференциальной окраски хромосом // *Известия Сибирского отделения Академии наук СССР*. 1975. Т. 15. Серия биологии. Вып. 3. С. 139–141.
20. Горбань Г.С., Шулыгин А.Ф., Мельник В.М. Цитогенетический анализ Тритикале. Сообщение 1. Сравнительное изучение мейоза у селекционно-улучшенных линий // *Генетика*. 1977. Т. 8. № 6. С. 957–967.

REFERENCES

1. Daya K. Panday. Liquid preservation of cucurbit seeds at ambient temperature. *Experimental Agriculture*, 2017, vol. 53(4), pp. 553–565. DOI: 10.1017/S0014479716000570.
2. Bewley J. D., Black M. Viability and longevity. *Physiology and Biochemistry of Seed in Relation to Germination. II. Viability, Dormancy and Environmental Control*. Berlin, Springer-Verlag, 1982, pp. 1–59.
3. Wilson J.R.D.O., McDonald J.R.M.B. The liquid peroxidation model of seed ageing. *Seed Science and Technology*, 1986, vol. 14, pp. 269–300.
4. Smith M.T. and Berjak P. Deteriorative changes associated with the loss of viability of stored desiccation-tolerant and desiccation-sensitive seeds. *Seed Development and Germination*. New York, Marcel Dekker, 1995, pp. 701–746.
5. McDonald M.B. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. *Seed Science and Technology*, 1999, vol. 27, pp. 177–237.
6. Matsuda H., Hirayama O. Changes of lipid components and lipolytic acylhydrolase activities in rice grains during their storage. *Journal of Agricultural Chemistry Society of Japan*, 1973, vol. 47, pp. 279–384.
7. Priestley D.A., Leopold A.C. Lipid changes during natural ageing of soybean seeds. *Physiologia Plantarum*, 1983, vol. 59, pp. 467–470.
8. Petruzzelli L., Taranto G. Phospholipid changes in wheat embryos aged under different storage conditions. *Journal of Experimental Botany*, 1984, vol. 35, pp. 517–520.
9. IBPGR. International Board of Plant Genetic Resources. Cost-effective Long-term Seed Stores, Rome: IBPGR. ISTA (International Seed Testing Association). International rules for seed testing. *Seed Science and Technology*, 1985, vol. 13, pp. 356–513.
10. Phillipenko G.I., Silaeva O.I., Storozheva N.N. Ispol'zovanie vechnoi merzloty s tsel'yu sokhraneniya geneticheskikh resursov rastenii [Using the eternal permafrost with the aim to conserve the plant genetic resources]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii* [Pro-

- ceedings of applied botany, genetics and breeding]. Sankt-Petersburg, VIR, 2012, vol. 169, pp. 240–245. (In Russian).
11. Gomez-Campo C.A. Guide to Efficient Long Term Seed Preservation. *Monographs ETSIA*. University Politecnica de Madrid, 2007, vol. 170, pp. 1–17.
 12. Gomez-Campo C.A. Efficient Long Term Seed Preservation. *Monographs ETSIA*. Universidad Politecnica de Madrid, 2009, vol. 171, pp. 1–3.
 13. Stanwood P.C. Cryopreservation of seed germplasm for genetic conservation. *Cryopreservation of Plant Cells and Organs*. (Kantha, K.K., ed.), CRC, Boca Raton, FL, 1985, pp. 199–226.
 14. Zakharchenko I.V. *Posleuborochnaya obrabotka semyan v Nechernozemnoi zone* [Post-harvest treatment of seeds in the non-Chernozem zone]. Moscow, Rossel'khozizdat Publ., 1983, 263 p. (In Russian).
 15. Silaeva O.I. Khranenie kollektzii mirovykh rastitel'nykh resursov v usloviyakh nizkikh polozhitel'nykh temperatur - otsenka, sostoyaniye, perspektivy [Storage of the collection of seeds of world plant resources under the conditions of low positive temperatures - assessment, status, prospects]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii* [Proceedings of applied botany, genetics and breeding]. Saint-Petersburg, VIR, 2012, vol. 169, pp. 230–239. (In Russian).
 16. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Technique of field experiments]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985, 351 p. (In Russian).
 17. Sorokin O.D. *Prikladnaya statistika na komp'yutere* [Applied statistics on the computer]. Novosibirsk, Siberian branch of the Russian Academy of Sciences, Institute of Soil Science and Agrochemistry Publ., 2007, 206 p. (In Russian).
 18. Hossain M.G. Selection in tetraploid rye.3. Frequency and performance of aneuploids. *Euphytica*, 1978, vol. 27, no. 1, pp. 137–143.
 19. Stepochkin P.I. Analiz meioza razlicnykh form 42-khromosomnykh tritikale metodom differentsial'noi okraski khromosom [Analysis of meiosis of different forms of 42-chromosome triticale using differential staining of chromosomes]. *Izvestiya Sibirskogo Otdeleniya AN SSSR* [The News of the Siberian Branch of the Academy of Sciences of the USSR], 1975, vol. 15, *Seriya biologiya*, issue 3, pp. 139–141. (In Russian).
 20. Gorban G.S., Shulyndin A.F., Mel'nik V.M. Tsitogeneticheskii analiz Tritikale. Soobszhenie 1. Sravnitel'noe izuchenie meioza u selektsionno-uluchshennykh linii [Cytogenetic analysis of Triticale. Report 1. Comparative study of meiosis in selection-improved lines]. *Genetika* [Russian Journal of Genetics], 1977, vol. 8, no. 6, pp. 957–967. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

✉ **Стёпочкин П.И.**, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, пос. Краснообск, ул. С-100, зд. 21, а/я 375, e-mail: petstep@ngs.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Stepochkin P.I.**, Doctor of Science in Agriculture, Lead Researcher; **address:** PO Box 375, building 21, street C 100, Krasnoobsk, Novosibirsk region, 630501, Russia; e-mail: petstep@ngs.ru

Финансовая поддержка

Работа поддержана бюджетным проектом ИЦиГ СО РАН № 0324-2019-0039.

*Дата поступления статьи 12.11.2018
Received by the editors 12.11.2018*