

УДК:633.11:631.563

ЗАДОРОЖНАЯ О. А., ГЕРАСИМОВ Н. В., ШИЯНОВА Т. П.

Институт растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН

Национальный центр генетических ресурсов растений Украины

Московский пр. 142, м. Харьков, 61060, Украина

E-mail: olzador@ukr.net

ХРАНЕНИЕ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ В КОНТРОЛИРУЕМЫХ УСЛОВИЯХ

Проведен мониторинг всхожести семян разновидностей пшеницы мягкой (*Triticum aestivum* L.): 67 образцов *lutescens*, 49 образцов *erythrosperrum* и отдельных образцов *graecum*, *ferrugineum*, *milturum*, хранившихся в контролируемых условиях при влажности семян 5-8 %. Семена указанных образцов репродуцировались в Институте растениеводства им. В. Я. Юрьева (восточная Лесостепь Украины), Устимовской опытной станции растениеводства Института растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН (южная Лесостепь Украины), Мироновском институте пшеницы им. В. Н. Ремесло НААН (центральная Лесостепь Украины), Селекционно-генетическом институте (юго-западная Степь Украины). Установлено, что хранение образцов семян яровой пшеницы, выращенных в условиях восточной Лесостепи Украины, позволяет при влажности семян 6-7 % в герметической таре даже в хранилище с нерегулируемой температурой сохранять исходную всхожесть семян до 9 лет без существенных изменений. Не обнаружено преимуществ в долговечности семян пшеницы мягкой *var. lutescens*, *var. erythrosperrum*, *var. graecum* при аналогичных условиях репродукции и хранения. Семена пшеницы мягкой, выращенные в более благоприятных условиях южной Лесостепи либо в благоприятные годы в условиях разных регионов Украины при температуре минус 20°C и влажности семян 6-7 %, могут сохранять всхожесть без изменений более длительный период, чем образцы, находящиеся при нерегулируемой температуре.

Ключевые слова: пшеница, разновидность, семена, генофонд, хранение, температура, влажность, долговечность

ВВЕДЕНИЕ

Успешное ведение селекции одной из ведущих сельскохозяйственных культур – пшеницы мягкой (*Triticum aestivum* L.) – обеспечивает коллекция генетических ресурсов этой культуры. Во многих генбанках мира коллекции пшеницы являются одними из крупнейших [1]. Согласно классификации Эрварта [2], по биологической долговечности семена пшеницы мягкой относят к мезобиотикам, т.е. группе, которая в обычных условиях сохраняет всхожесть от 3 до 15 лет. Долговечность семян образцов пшеницы можно продлить при создании специальных условий хранения. Для длительного хранения семян создаются специальные условия температуры и влажности воздуха [2-4], которые обеспечивают сохранение семенами всхожести без изменений. В Национальном центре генетических ресурсов растений функционирует хранилище для долгосрочного хранения семян. В настоящее время на хранении в нем находится более 9000 образцов пшеницы мягкой.

На долговечность семян при хранении влияет несколько факторов. Как известно, к ним относятся температура, влажность семян, газовый состав окружающей среды, наличие патогенов, видовые и сортовые особенности, физиологическая зрелость семян [5].

© Задорожная О. А., Герасимов Н. В., Шиянова Т. П.

Считается, что хорошо дозревшие, высушенные до влажности ниже критической с использованием мягких режимов сушки, охлажденные партии зерна выдерживают хранение в течение 10 лет и более при сохранении мукомольно-хлебопекарных качеств. При влажности семян пшеницы выше 17 % активизируется процесс дыхания, причем в зародыше дыхательный коэффициент выше, чем в эндосперме [6]. Хранение семян при низких температурах и высокой влажности семян приводит к потере их всхожести. Поэтому хранение семян в производстве происходит согласно ДСТУ 3768-2010 при влажности не выше 14,5 % [7].

Хранение семян генетических ресурсов в генбанках с неизменной всхожестью должно обеспечиваться, по обобщенным прогнозам, благодаря высушиванию при относительной влажности воздуха 15 % и хранению при температуре минус 20°C [8]. Для семян каждой культуры при наличии общих рекомендаций по хранению нужно учитывать особенности, связанные с генотипом, ботанической характеристикой и таксономическим положением конкретного образца. Известно, что генетический контроль долговечности семян осуществляется комплексом генов из разных участков генома [9]. Исследователи считают, что не всегда одни и те же гены контролируют варьирование показателей всхожести семян после естественного и искусственного старения, т.к. существуют отличия у этих двух способов тестирования долговечности. Гены, контролирующие долговечность семян, отличны от генов, контролирующих покой семян и прорастание семян на корню. Известны данные о влиянии на покой семян комплекса генов, включающего генетический контроль покровов семени, особенно красного цвета. Считается, что покой семени и признак красного зерна наследуется как плейотропные эффекты доминантных аллелей R в триплетном локусе гексаплоидной пшеницы [10]. Важным фактором долговечности семян являются также условия их созревания, послеуборочный период [6, 11,12].

Опыт длительного хранения семян образцов генетических ресурсов растений пока в мире незначительный по сравнению с возможным периодом сохранения семенами жизнеспособности в условиях генбанка. Поэтому очень важно анализировать результаты хранения образцов семян разных культур с целью дальнейшей оптимизации условий их длительного хранения с учетом особенностей сельскохозяйственной культуры. Известные данные о хранении образцов генетических ресурсов пшеницы длительный период весьма ограничены [1, 2, 8, 13].

В связи с этим, целью данной работы было выявить оптимальные условия хранения образцов семян пшеницы мягкой нескольких разновидностей, которые после репродукции в разные годы в нескольких научно-исследовательских учреждениях Украины, помещались в контролируемые условия Национального хранилища, где находились до 15 лет.

МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ И УСЛОВИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом для изучения хранения семян пшеницы мягкой в контролируемых условиях были образцы разновидностей *lutescens* (Alef.) Mansf.: 23 сортов яровой, 35 сортов и 9 линий озимой; образцы *erythrosperrum* (Koern.) Mansf.: семи сортов и четырех линий яровой, 27 сортов и 11 линий озимой; *graecum* (Koern.) Mansf.: трех яровых сортов; *milturum* (Alef.) Mansf.: двух яровых сортов; *ferrugineum* (Alef.) Mansf. озимого сорта Панна и двух линий.

Семена указанных образцов репродуцировались в Институте растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН (ИР) (восточная Лесостепь Украины), Устимовской опытной станции растениеводства ИР (УОСР (южная Лесостепь Украины), Мироновском институте пшеницы им. В. Н. Ремесло НААН (центральная Лесостепь Украины), Селекционно-генетическом институте (СГИ) (юго-западная Степь Украины). Показатели средних температур и суммарного количества осадков за важные для хранения месяцы вегетации растений (июнь, июль) на опытных полях ИР приведены на рис.1. Средние показатели за исследованный период составляют 22,2°C и 67,8 мм осадков.

Хранение семян осуществлялось в Национальном хранилище образцов генофонда растений в течение 4-15 лет (1994-2013 гг.) в герметической стеклянной таре в условиях контролируемой влажности (5-8 %) при нерегулированной температуре. В отдельных случаях семена хранились в герметически закрытых пакетах из многослойной фольги при отрицательной температуре минус 20°C. Средняя температура в хранилище с нерегулированной температурой составляла 9 °С при сезонных колебаниях от -18° С до 25° С (1994-2013 гг.).

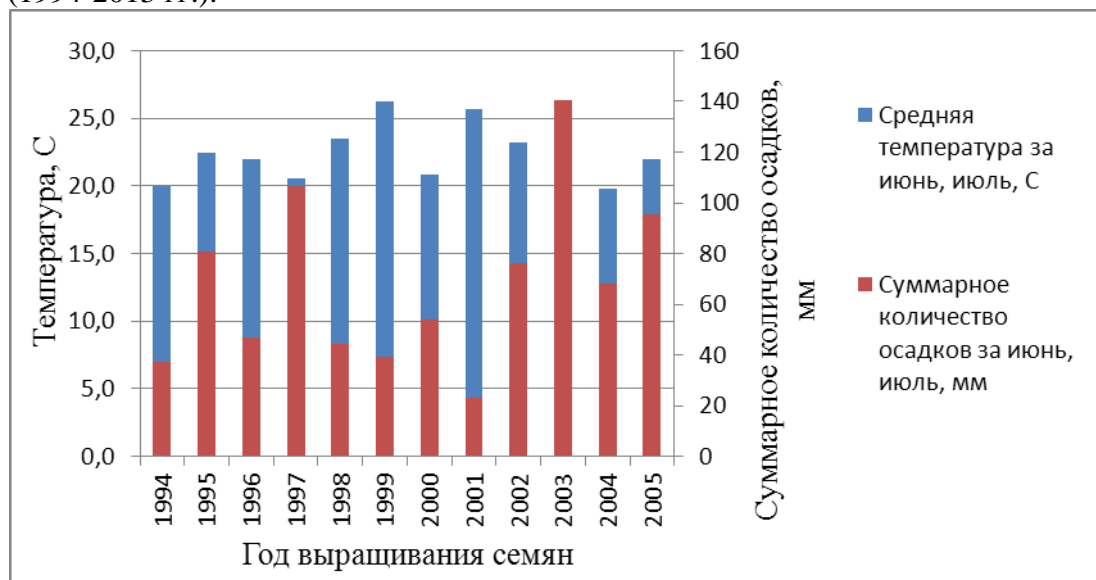


Рис.1. Количество осадков и температура за июнь, июль 1994-2005 гг., ИР

Перед закладкой на хранение семена высушивались воздушным потоком при температуре не выше 25°C и относительной влажности воздуха 25 % при помощи осушителя фирмы Munters (Швеция) до влажности 5-8 %. После этого семена помещались в герметическую тару. Для определения всхожести семян на момент закладки на хранение и постоянного мониторинга семена проращивались между фильтровальной бумагой при температуре 20 °С, по соответствующим методикам [14, 15]. Периодический контроль всхожести проводился в среднем раз в 5 лет. Результаты обрабатывались при помощи методов вариационной статистики [16].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Семена пшеницы мягкой яровой *var. lutescens*, которые были выращены в ИР им. В. Я. Юрьева сортов Миронівчанка, Колективна 1, Героїня, Євдокія (Украина), Саратовская 29, Ленинградка, Прохоровка, Воронежская 6 (Россия), Kadett (Швеция), Naofen (Чили) при исходной всхожести выше 90 % и влажности 6,8-7,5 %, за исключением сорта Євдокія, хранились в герметической таре в хранилище с нерегулируемой температурой до десяти лет. Результаты хранения свидетельствуют о достаточном уровне сохраняемой всхожести семян, которая за период хранения при указанных условиях существенно не изменилась (рис.2). Всхожесть семян сорта Євдокія, которые хранились при температуре минус 20°C, после восьми лет хранения была на уровне 99 %. В ранее выполненных работах в модельных условиях при 35°C показано преимущество хранения семян пшеницы мягкой при влажности в пределах 6-8 % [17]. Хранение семян в Национальном хранилище при этих влажностях в течение 10 лет подтвердило оптимальность этих режимов влажности семян. После 10 лет хранения наблюдали снижение всхожести семян образцов Ленинградка на 18 % ($t > 1,98$), через 13 лет – на 55 % у сорта Саратовская 29, через 14 лет – на 57 % у сорта Колективна 1.

Всхожість насіння різновидності *lutescens* ярових сортів Харківська 6, Харківська 18, Харківська 26, Харківська 28, Харківська 30 (Україна), Chris (США), Sunnan (Швеція), які репродуцировались в ІР ім. В. Я. Юрєва і зберігались при вологості насіння 7,6-8,2 %, через чотири роки зберігання не змінилась у більшості зразків і була на рівні вище 90 %. У зразка Харківська 26 після чотирьох років зберігання всхожість насіння знизилась на 10 % ($t > 1,98$) і далі залишалась на тому ж рівні (рис.3). Можливо, це пов'язано з тим, що крім генотипічних особливостей зразка, вологість 8,2 % не сприяла довговічності насіння, незважаючи на герметичну тару.

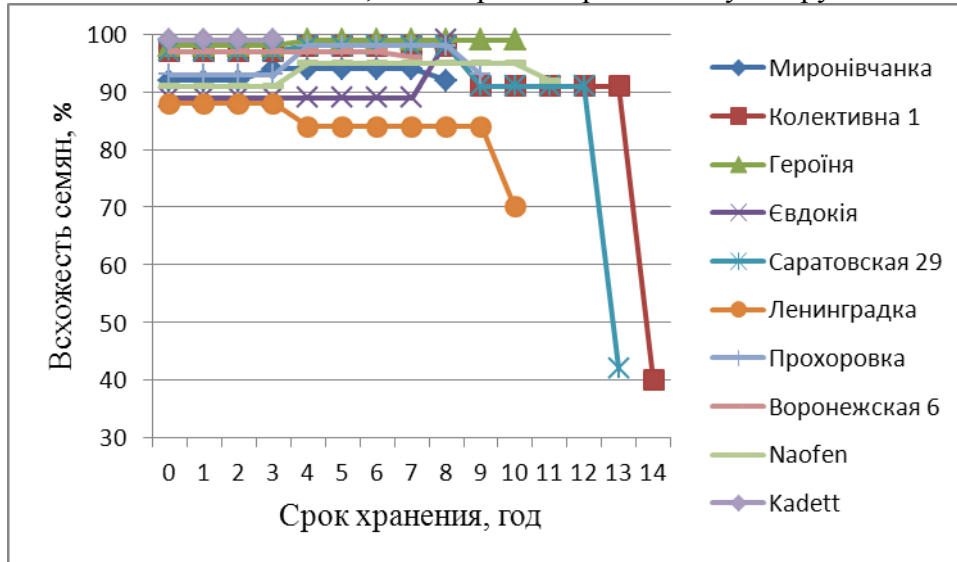


Рис.2. Всхожість насіння пшениці м'якої ярової *var. lutescens*, вирощених ІР в 1996-2010 гг., після зберігання з вологістю 6,8-7,5 %

У більшості інших зразків вологість насіння була нижче 8 %. Через дев'ять років зберігання вказаних умовах всхожість насіння сорту Харківська 26 знизилась на 18 % ($t > 1,98$), Харківська 18 – на 30 %, а Харківська 28 – на 8 % ($t > 1,98$). Через 11 років зберігання – на 7 % знизилась всхожість у зразка Sunnan і Харківська 30, і через 14 років – на 16 % у зразка Харківська 28. Отримані результати свідчать про те, що при вологості насіння пшениці м'якої ярової 7,6-8,2 % у більшої кількості зразків спостерігали більш раннє зниження всхожості, ніж при вологості 6,8-7,5 %.

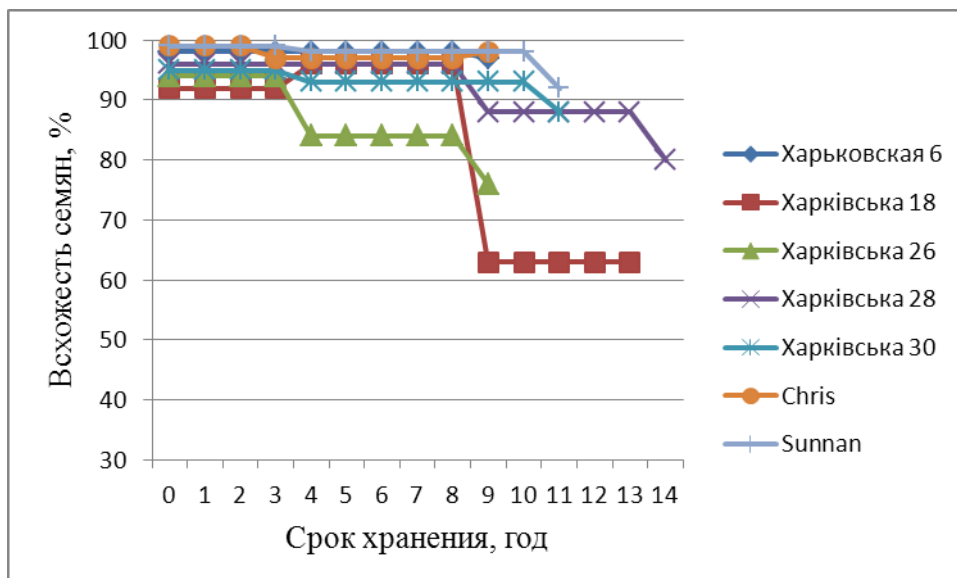


Рис.3. Всхожість семян пшеницы мягкой яровой var. *lutescens*, выращенных ИР в 1994-2009 гг., после хранения с влажностью 7,6-8,2 %

Всхожість семян *var. lutescens* яровых сортов Мироновская 5, Харьковская 6 (Украина), Кинельская 89, Крестьянка (Россия), Vernon (Канада), Ador (Германия), которые выращивались на УОСР (южная Лесостепь Украины) и хранились с влажностью 6,7-7,7 %, через четыре года хранения была выше 90 % (рис.4). Причем у сорта Крестьянка она повысилась с 90 % до 97 %. ($t > 1,98$). Такое повышение всхожести при хранении в герметичной таре с 1999 по 2002 может быть вызвано изменением баланса фитогормонов. Средняя температура в хранилище с нерегулируемой температурой в эти годы составила 9,2°C, но нижняя граница достигала минус 18°C, что могло способствовать изменению баланса фитогормонов, например, разрушению абсцизовой кислоты. Аналогичные изменения наблюдали и для семян других сельскохозяйственных культур [18, 19].

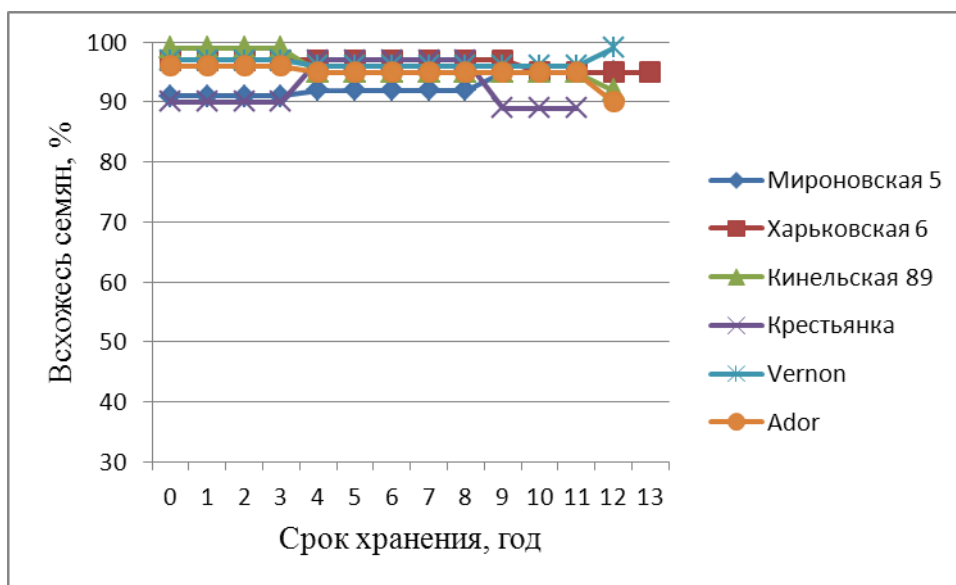


Рис.4. Всхожість семян пшеницы мягкой яровой var. *lutescens*, которые выращивались на УОСР в 1994-2009 гг. после хранения с влажностью 6,7-7,7 %

Образцы пшеницы мягкой яровой *var. erythrosperrum* (Koern.) Mansf. Дніпрянка, Етюд (Украина), Эритроспермум 817 (Россия), Vali (Германия), Bet Nashita (Израиль), HD 1593 (Индия), Era (США), СВР 87 (Чили), которые выращивались в ИР, имели исходную всхожість семян выше 90 % и хранились при влажности 6,0-7,6 %. Через четыре года хранения всхожість снизилась только у сорта Era на 7 % ($t > 1,98$) и не изменилась у остальных образцов (рис.5). После девяти лет хранения в таких условиях наблюдали снижение всхожести у отдельных образцов. Так через девять лет хранения снизилась на 13 % всхожість у Bet Nashita, через 11 лет – на 17 % у HD 1593. Через 12 -13 лет наблюдали снижение всхожести образцов Дніпрянка, Era, СВР 87 на 10-25 % ($t > 1,98$). Через 14 лет хранения всхожість семян снизилась у сорта Vali на 9 %. Линия Эритроспермум 817 за 11 лет хранения в указанных условиях существенно не изменила всхожість. Полученные результаты свидетельствуют о сохранении семенами пшеницы мягкой яровой *var. erythrosperrum* всхожести при влажности 6,0-7,6 % не менее девяти лет при хранении в герметической таре даже при нерегулируемой температуре в указанных пределах.

Хранение в течение 15 лет семян образцов пшеницы мягкой яровой *var. erythrosperrum* с влажностью около 7 % Сурхак 5688 (Таджикистан), Jupatecof 73, Ures 81 (Мексика), выращенных на УОСР в 1996-2005 гг. не привело к существенному снижению

всхожести, которая перед закладкой на долгосрочное хранение была выше 95 %. В результате хранения при нерегулируемой температуре семян пшеницы мягкой яровой *var. lutescens* и *var. erythrosperrum*, выращенных на УОСР, их всхожесть изменилась меньше по сравнению с исходной, чем у семян, выращиваемых в ИР в те же годы. Видимых преимуществ по сохранению всхожести семян яровой пшеницы разновидности *lutescens* и *erythrosperrum* не обнаружено.

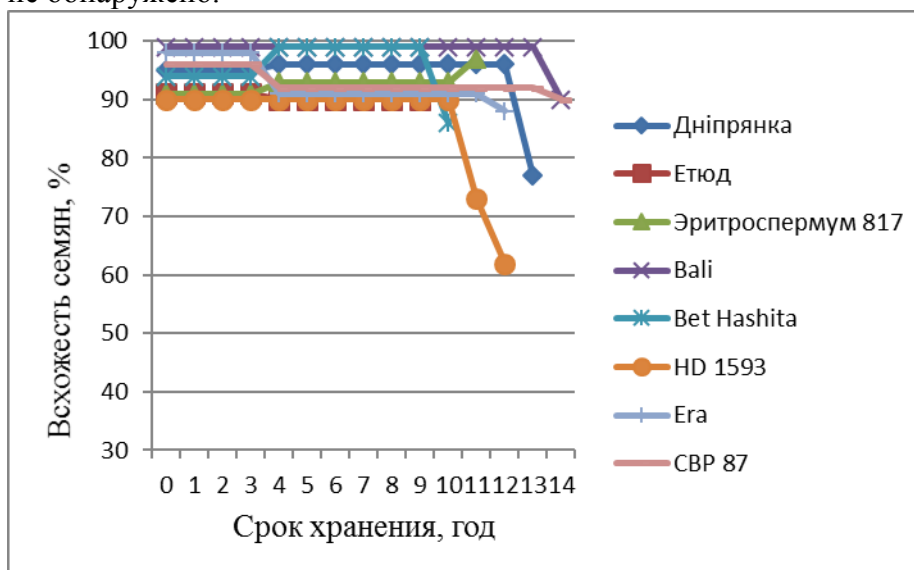


Рис.5. Всхожесть семян пшеницы мягкой яровой *var. erythrosperrum*, выращенных ИР в 1996-2010 гг., после хранения с влажностью 6,0-7,6 %

Всхожесть семян пшеницы мягкой яровой *var. graecum* образцов Грекум 114 (Россия), Dariel (Израиль), Pastor (Мексика), выращенных в ИР, снизилась не менее, чем на 10 % по сравнению с исходной после 8 лет хранения при влажности семян 7 %.

Через 12 лет хранения семян пшеницы мягкой яровой *var. milturum* образцов Закат (Россия), Albis (Швейцария) с влажностью около 7 % наблюдали снижение всхожести для сорта Закат на 18 % ($t > 1,98$) и отсутствие изменений для сорта Albis.

На длительном хранении семян образцов пшеницы мягкой озимой находится значительно большее количество, чем яровой. Подавляющее большинство из этих образцов пшеницы мягкой озимой относятся к *var. lutescens* и *var. erythrosperrum*. Поэтому есть возможность сравнить долговечность семян при хранении в герметической таре и в хранилище с нерегулируемой температурой не только разных мест репродукции, но и разных лет репродукции.

Всхожесть семян пшеницы мягкой озимой *var. lutescens* сортов Северодонская, Безенчукская 380, Прибайкальская (Россия), Пошук (Белоруссия), Л 86-21, ИП 845-63-4 (Болгария), выращенных ИР в 1994 г., через четыре года хранения в герметичной таре и в хранилище с нерегулируемой температурой при влажности семян 5-6 % не изменилась по сравнению с исходной – выше 95 % ($t < 1,98$). Через девять лет хранения наблюдали снижение всхожести для сортов Северодонская на 11 %, а для сорта Пошук – на 6 % ($t > 1,98$) (рис.6).

Через 12 лет хранения в указанных условиях наблюдали снижение всхожести у семян сортов Северодонская, Безенчукская 380, Пошук на 12 - 40 %. Она осталась без изменений у сорта Прибайкальская, линий 86-21, ИП 845-63-4. Через 14 лет наблюдали снижение всхожести семян у всех образцов на 20 % и более.

Всхожесть семян пшеницы мягкой озимой *var. lutescens* сортов Харьковская 11, Поліська 1259, Витязь, Северодонская, выращенных ИР в 1996 г. через пять лет хранения при влажности семян 6-7 % существенно не изменилась по сравнению с исходной – около 90 % ($t < 1,98$). Только через 13 лет всхожесть указанных сортов снизилась на 6 – 47 % ($t > 1,98$).

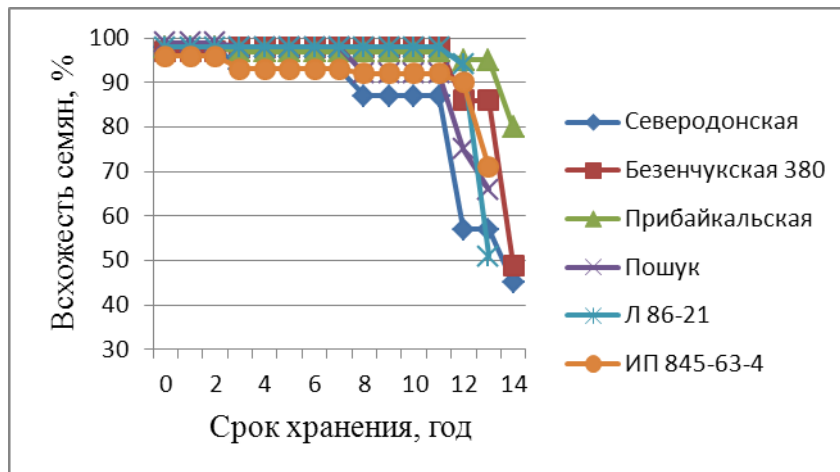


Рис.6. Всхожість семян пшеницы мягкой озимой *var. lutescens*, выращенных ИП в 1994 г., после хранения с влажностью 5-7 %

Всхожість семян пшеницы мягкой озимой *var. lutescens* сортов Донецкая 46, Зернофуражная (Украина), Слобода, Мир, Сувенир, (Россия), Застава (Югославия), Tenor (Германия), Cache (США), выращенных ИП в 1997 г., через пять лет хранения при влажности семян 6-7 % существенно не изменилась по сравнению с исходной – 90 % и выше ($t < 1,98$) кроме сорта Зернофуражная. Всхожість сорта Зернофуражная за этот период хранения снизилась на 14 % по сравнению с исходной 84 % ($t > 1,98$). После десяти лет хранения в указанных условиях наблюдали снижение всхожести у сортов Зернофуражная на 38 %, Донецкая 46 – на 29 %, Мир – на 25 %, Слобода, Tenor – на 18 %, Сувенир – 14 % ($t > 1,98$). После 13 лет хранения наблюдали дальнейшее снижение всхожести. Мы предполагаем, что это связано с большим количеством осадков, выпавших в период налива и созревания зерна в 1997 г. (рис.1).

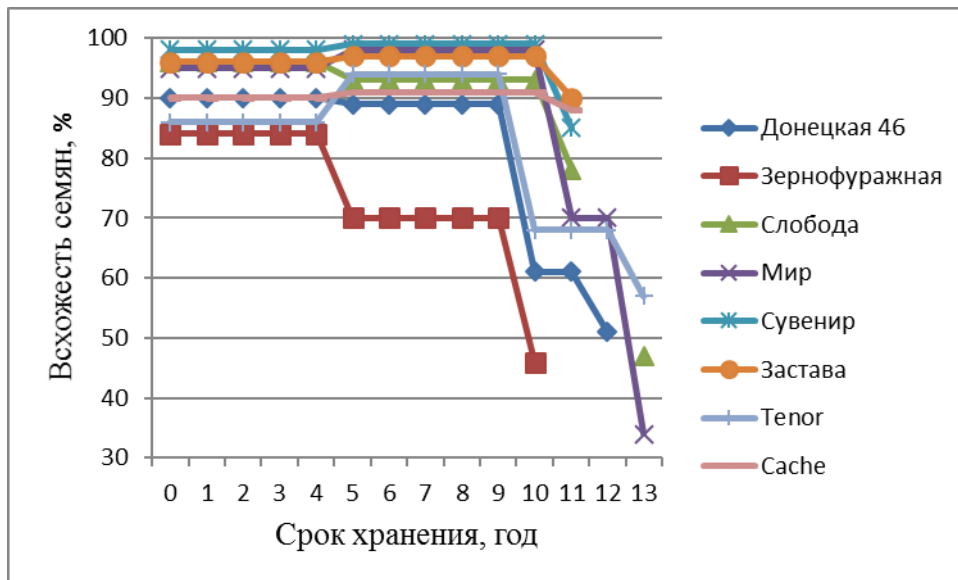


Рис.7. Всхожість семян пшеницы мягкой озимой *var. lutescens*, выращенных ИП им. В. Я. Юрьева в 1997 г., после хранения с влажностью 6-7 %

У семян пшеницы мягкой озимой *var. lutescens* образцов Днепровская 303, Харьковская 82, Харьковская 75, Ивановская 60, Коллективная 77, Мечта 1 (Украина), Арбатка (Россия), Ibis (Германия), UA0101632W (Венгрия), 5517A-5-5-1P1 (США), выращенных ИП в 1998 г., всхожість после пяти и даже десяти лет хранения при влажности семян около 7 % существенно не изменилась по сравнению с исходной 95 % и выше

($t < 1,98$) (рис.8). В 1998 году отмечено меньшее количество осадков по сравнению с 1997 г., что благоприятно сказалось на долговечности семян в условиях генбанка.

Снижение всхожести отмечено через 15 лет хранения семян указанных образцов на 18 % и более. Не отмечено разницы в потере всхожести семенами линий по сравнению с семенами сортов.

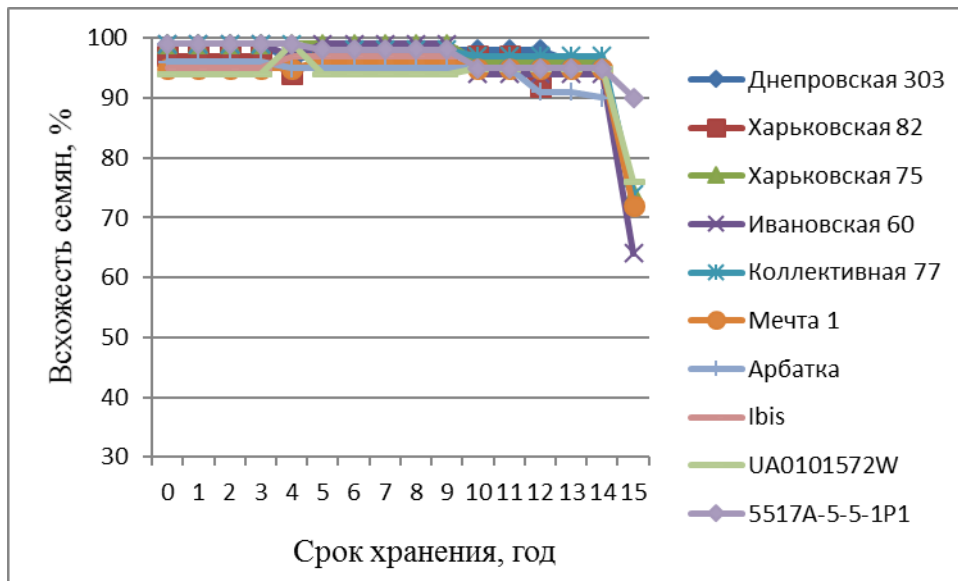


Рис.8. Вихідність насіння пшениці м'якої озимої var. *lutescens*, вирощених ІР в 1998 г., після зберігання з вологістю 7 %

Вихідність насіння пшениці м'якої озимої var. *lutescens* образців Укрірасег (Україна), Лютесценс 145, Олімпія 2, Саратовська 11 (Росія), Ширвінта 1 (Литва), Ланса (Польща), MV 111-88 (Венгрія), вирощених ІР в 1999 г., після п'яти років зберігання при вологості насіння близько 7 % суттєво не змінилась порівняно з початковою – 90 % ($t < 1,98$). Після 12-15 років зберігання насіння вказаних умов їх вихідність також суттєво не змінилась, хоча в окремих випадках спостерігали зниження вихідності до 4 % ($t < 1,98$). Отримані результати свідчать про те, що в 1999 г. були сприятливі умови для вирощування насіння. Вони сприяли довговічності насіння при зберіганні з вологістю близько 7 %. Потрібно відзначити, що в 1999 г. кількість опадів в червні, липні становила 39 мм, що менше, ніж в 1998 г. і майже в три рази менше, ніж в 1997 г. (рис.1).

У насіння пшениці м'якої озимої var. *lutescens* сортів Донецька 48 (Україна), Алабаска (Казахстан), вирощених ІР в 2001 г., після п'яти років зберігання при вологості близько 7 % вихідність не змінилась. Після десяти років зберігання спостерігали її зниження на 10 % і більше ($t > 1,98$). Важливо відзначити, що в 2001 г. на дослідних полях ІР спостерігали найменше кількість опадів за спостережуваний період з 1994 по 2005 г.: 22,9 мм і найвищу середню температуру 25,7°C, що говорить про більш жарку погоду, ніж в середньому за дослідований період: 22,2°C і 67,8 мм опадів. Більш жарка погода не сприяла довговічності насіння, але особливо її не погіршувала.

Вихідність насіння пшениці м'якої озимої var. *lutescens* образців Краснодонка, Лютесценс 8520 (Україна), Лютесценс 562-83 (Росія), Ibis (Німеччина), Longbow (Велика Британія), Wheeler (США), вирощених на УОСР з 1996 по 2001 г., після 12 років зберігання насіння з вологістю 7-8 %, суттєво не змінилась. Вона була на початковому рівні вище 95 %. Винятком стала лінія Лютесценс 8520, у якій при початковій вихідності 84 % і вологості насіння 7,3 % вже через п'ять років зберігання вихідність насіння становила 15 %. Це говорить про важливість початкової вихідності зразка для прогнозування

долговечности семян. В целом, семена озимой пшеницы, выращенные в условиях южной Лесостепи Украины (УОСР), лучше сохраняли всхожесть при хранении в контролируемых условиях, чем семена, выращенные в восточной Лесостепи Украины (ИР).

Семена пшеницы мягкой озимой *var. lutescens* сортов Оренбургская 267, Олимпия (Россия), Траяна (Болгария), выращенные в Селекционно-генетическом институте в 2000 г., заложенные на хранения в апреле 2001 г., после 11 лет хранения при влажности 6-7 % снизили всхожесть на 40 % и более по сравнению с исходной, которая была около 90 %. Всхожесть семян сорта Дальницька (Украина) этого же года репродукции после 12 лет хранения в указанных условиях существенно не изменилась. Предполагаем, что такое снижение всхожести семян, выращенных в степном регионе, может быть связано с отдельными неблагоприятными условиями сбора урожая сортов Оренбургская 267, Олимпия, Траяна.

Семена пшеницы мягкой озимой *var. lutescens* образцов Крижинка (Украина) и Mv1-35 (Венгрия), выращенных в Мироновском институте пшеницы им.Ремесло, которые хранились при влажности около 7 % в герметической таре в хранилище с нерегулируемой температурой, после 10 лет хранения не снизили всхожесть по сравнению с исходной, которая была на уровне выше 90 %. Всхожесть семян сортов Вихола, Волошкова, Пам'яті Ремесла, Інна, выращенных там же в 2004-2007 гг, но хранившихся при температуре минус 20°C и влажности семян 6-8 %, также не изменилась при хранении в течении восьми лет в хранилище при нерегулируемой температуре.

Всхожесть семян пшеницы мягкой озимой *var. erythrosperrum* образцов Мироновская 264, Веселоподільська 203, Альбатрос одесский, Эритроспермум 1508-86, (Украина), Донская юбилейная (Россия), N871105 (США), которые выращивались ИР в 1994-1996 гг. и хранились с влажностью семян 6-7 %, не изменилась после десяти лет хранения и была на уровне 90 % и выше. После 13 лет хранения наблюдали снижение всхожести на 43 % у сорта Веселоподільська 203, на 38 % – у сорта Альбатрос одесский, 22 % – у линий N871105, Эритроспермум 1508-86, на 13 % – у сорта Донская юбилейная ($t > 1,98$).

Семена пшеницы мягкой озимой *var. erythrosperrum* сортов Белоцерковская 7, Тира, Альбатрос одесский, Эритроспермум 288 (Украина), Ростовчанка 2 (Россия), Dacia (Румыния), K5d1-f1 (Канада), которые выращивались ИР в 1997 г. и хранились при влажности семян 6-7 %, начали снижать всхожесть уже после пяти лет хранения (рис.9). Через пять лет хранения образцов семян при вышеуказанных условиях наблюдали снижение всхожести по сравнению с исходной на 25 % у семян сорта Dacia, на 14 % – сорта Белоцерковская 7, на 6 % – у линии K5d1-f1 ($t > 1,98$). Следует отметить, что высокий уровень осадков в 1997 г.: 106,8 мм по сравнению со средним показателем: 67,8 мм не способствовал долговечности семян *var. erythrosperrum* так же, как и *var. lutescens*.

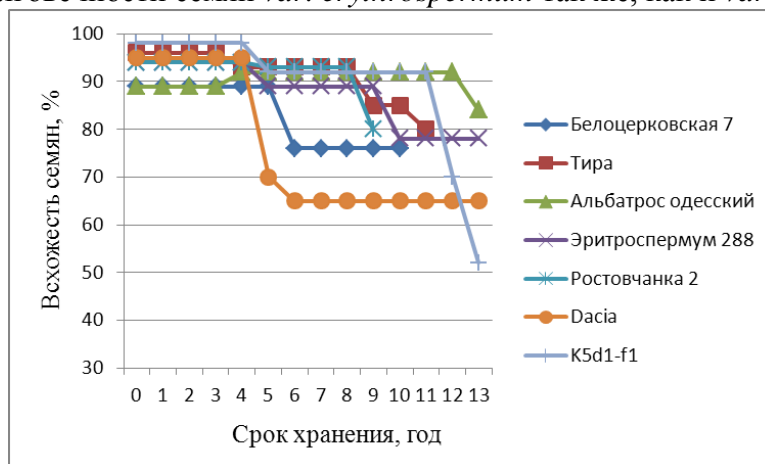


Рис.9. Всхожесть семян пшеницы мягкой озимой *var. erythrosperrum*, после хранения с влажностью около 7 %, которые выращивались ИР в 1997 г.

При дальнейшем хранении в указанных условиях всхожесть семян продолжала снижаться у сортов Тира, Альбатрос одесский, Ростовчанка 2, линии K5d1-f1 ($t > 1,98$) либо оставалась без изменений.

Всхожесть семян пшеницы мягкой озимой *var. erythrosperrum* Харківська 107 (Украина), Донская полукарликовая (Россия), Гп 3357-58 (Болгария), Greide, Nb69565 (США), которые выращивались ИР в 1998 г. и хранились при влажности семян 6-7 % не изменилась после хранения в течение пяти лет в хранилище при нерегулируемой температуре. Всхожесть семян указанных образцов, как сортов, так и линий, была выше 90 %. Через 12 лет хранения данных образцов в указанных условиях наблюдали снижение всхожести на 8 % и более ($t > 1,98$) у всех образцов за исключением Харківська 107. У сорта Харківська 107 через 13 лет хранения всхожесть снизилась только на 3 % ($t < 1,98$).

Семена пшеницы мягкой озимой *var. erythrosperrum* сортов Харус, Эритроспермум 604 (Украина), которые выращивались ИР в 1999 г. и хранились при влажности семян около 7 % при нерегулируемой температуре, не изменили всхожесть после хранения в течение пяти и 12 лет. Всхожесть семян указанных сортов после 12 лет хранения была выше 90 %. Таким образом, долговечность семян 1998, 1999 лет репродукции *var. erythrosperrum* как и *var. lutescens* была выше, чем у семян 1997 года. Как отмечалось ранее, мы связываем это с неблагоприятными условиями выращивания семян: большим количеством осадков в 1997 г. по сравнению с 1998 и 1999 гг. в период налива и созревания зерна.

Для семян пшеницы мягкой озимой *var. erythrosperrum* образцов Альбатрос одесский (Украина), Vatum, TX73V862 (США), которые выращивались ИР в 2001 г. и хранились при влажности семян 6-6,5 % всхожесть не изменилась после пяти лет хранения при нерегулируемой температуре и снизилась лишь у линии TX73V862 на 11 % ($t > 1,98$) после 11 лет хранения. У сортов Vatum, Альбатрос одесский после 11 лет хранения семян всхожесть была на исходном уровне и превышала 90 %. Учитывая, что в 2001 году, как отмечалось выше, условия были довольно засушливые. Полученные результаты свидетельствовали о том, что образцы *var. erythrosperrum* этого года репродукции лучше хранились, чем образцы *var. lutescens*.

Всхожесть семян пшеницы мягкой озимой *var. erythrosperrum* образцов Эритроспермум 57-80, Эритроспермум 26210 (Украина), Дана (Молдавия), Sultan 95 (Мексика), выращенных на УОСР с 1996 по 1999 гг. и хранящихся с влажностью 7-8 % в течение пяти лет хранения существенно не изменилась. Она сохранилась на исходном уровне – около 95 %. У линии Эритроспермум 84/3 (Украина) после пяти лет хранения всхожесть снизилась на 32 % по сравнению с исходной 66 %. Это подчеркивает важность высоких показателей исходной всхожести для долговечности семян. Через 11 лет хранения всхожесть семян сорта Sultan 95, линий Эритроспермум 57-80, Эритроспермум 26210 была примерно на 10 % ниже ($t > 1,98$), чем исходная. Исходная всхожесть этих образцов превышала 95 %. Всхожесть семян сорта Дана после хранения семян при нерегулируемой температуре в течение 13 лет осталась без изменений.

У семян пшеницы мягкой озимой *var. erythrosperrum* образцов Эритроспермум 2652-86 (Украина), Калоян, Златоструй, Простор (Болгария), Fundulea 4 (Румыния), Teewon (США), выращенных на УОСР в 2001 г., после пяти лет хранения с влажностью 6,5-7,5 % всхожесть существенно не изменилась ($t < 1,98$). Через 11 лет хранения всхожесть снизилась у сорта Teewon на 10 %, у сортов Калоян, Fundulea 4 примерно на 20 % ($t > 1,98$), а у остальных сортов осталась без изменений.

После хранения при нерегулируемой температуре семян с влажностью 6,5-7,5 % *var. erythrosperrum* сортов Лузанівка одеська, Зустріч, Носівчанка, Альбатрос одесский (Украина), Висиг (Румыния), Beauvoig (Франция), выращенных СГИ в 1997-2005 гг., в течение пяти лет их всхожесть существенно не изменилась. ($t < 1,98$). После 10 лет хранения в указанных условиях наблюдали снижение всхожести семян у сорта Альбатрос одесский (1999 г.) и Beauvoig (2003 г.) более, чем на 60 и 20 % соответственно. У других образцов

всхожесть оставалась без изменений. Важно отметить, что всхожесть семян сорта Альбатрос одесский, выращенных СГИ в 2005 г. и хранившихся при температуре минус 20°C после семи лет хранения повысилась с 85 до 98 % ($t > 1,98$). Это свидетельствует о положительном влиянии на всхожесть семян отрицательных температур, что наблюдали и на других культурах [16-17]. Таким образом, одно из направлений в оптимизации условий хранения семян пшеницы мягкой – снижение температуры хранения при низкой влажности семян.

Всхожесть семян пшеницы мягкой озимой *var. ferrugineum* (Alef.) Mansf. сорта Панна (Украина), выращенных в Селекционно-генетическом институте, линий SD 69103, MT 85302 (США), выращенных в ИР после хранения с влажностью 6-7 % в герметической таре в хранилище с нерегулируемой температурой в течение пяти и десяти лет хранения существенно не изменилась ($t < 1,98$). Возможно, это связано и с тем, что пшеницы с красным зерном менее склонны к раннему прорастанию [10], хотя известно, что гены, контролирующие долговечность семян, отличны от генов, контролирующих покой семян и прорастание семян на корню [9].

Большое количество образцов мягкой яровой и озимой пшеницы *var. lutescens* позволило также попытаться проследить с помощью двухфакторного анализа влияние фактора года репродукции и генотипа на долговечность семян. Не обнаружено достоверно большего влияния на долговечность семян фактора условий года репродукции или фактора генотипа образца для образцов пшеницы мягкой яровой. Можно говорить о тенденции большего влияния года репродукции на исходную всхожесть семян пшеницы яровой ($F=1,69/F_{кр}=4,46$), чем генотипа ($F=0,41/F_{кр}=3,8$). При анализе всхожести семян через четыре года хранения, обнаружена аналогичная тенденция: большего влияния года репродукции на исходную всхожесть семян ($F=0,80/F_{кр}=4,46$), чем генотипа ($F=0,37/F_{кр}=3,8$). Через восемь лет хранения семян в герметической таре в хранилище с нерегулируемой температурой наблюдали тенденцию большего влияния года репродукции на исходную всхожесть семян ($F=1,52/F_{кр}=4,46$), чем генотипа ($F=0,88/F_{кр}=3,8$). При анализе влияния факторов года репродукции и генотипа на семена пшеницы мягкой озимой *var. lutescens* и *var. erythrosperrum*, также не обнаружено достоверно большего влияния на долговечность семян одного из этих факторов.

ВЫВОДЫ

Хранение образцов семян пшеницы яровой, выращенных в условиях восточной Лесостепи Украины, позволяет при влажности семян 6-7 % в герметической таре даже в хранилище с нерегулируемой температурой сохранять исходную всхожесть семян до 9 лет без существенных изменений.

Не обнаружено преимуществ в долговечности семян пшеницы мягкой яровой и озимой разновидностей *lutescens*, *erythrosperrum*, *graecum*, *milturum* при аналогичных условиях репродукции и хранения.

Семена пшеницы мягкой яровой и озимой, выращенные в более благоприятных условиях, при температуре минус 20°C могут сохранять всхожесть без изменений более длительный период, чем образцы, находящиеся при нерегулируемой температуре.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Митрофанова О. П. Коллекция пшеницы ВИР: сохранение, изучение, использование. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2007. 164. С.63–79.
2. Хорошайлов Н.Г., Жукова Н.В. Длительное хранение коллекционных образцов семян// Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1973. –Т.49. –Вып.3 . С.269–279.
3. Силаева О. И. Хранение коллекции семян мировых растительных ресурсов в условиях низких положительных температур – оценка, состояние, перспективы. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2012. 169. Вып.3. С.230–239.
4. ФАО. 2015 год. Стандарты генных банков для генетических ресурсов растений для производства

- продовольствия и ведения сельского хозяйства. Издание второе, исправленное и дополненное. Рим.182с.
5. Насінництво і насіннєзнавство зернових культур. За ред. М.О. Кіндрука. К.:Аграрна наука, 2003. 204 с.
 6. Трисвятский Л.А. Хранение зерна. М.:Агропромиздат, 1986. 351с.
 7. ДСТУ 3768-2010. Пшениця. Технічні умови. Київ. Держспоживстандарт України.2010.19с.
 8. Гаврилюк М.М. Основи сучасного насінництва. К.:ННУІАЕ. 2004. 256 с.
 9. Rehman Arif M.A., Nagel M., Lohwasser U., Börner A. Genetic architecture of seed longevity in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Biosciences 2017, 42 (1): 81–89
 10. Flintham J. E. Different genetic components control coat-imposed and embryo-imposed dormancy in wheat. Seed Science Research. 2000. V.10. 43–50.
 11. Agacka-Moldoch M., Rehman Arif M.A., Lohwasser U., Doroszewska T., Qualset C. O., Börner A. The inheritance of wheat grain longevity: a comparison between induced and natural ageing. Journal of Applied Genetics 2016, 57 (4): 477–481
 12. Cao L., Hayashi K., Tokui M., Mori M., Miura H., Onishi K. Detection of QTLs for traits associated with pre-harvest sprouting resistance in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Breeding Science 2016, 66 (2): 260–70.
 13. Nagel, M., Börner A. The longevity of crop seeds stored under ambient conditions. Seed Science Research. 2010, 20: 1–12
 14. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. – К.: ДержспоживстандартУкраїни, 2003. 173 с.
 15. Международные правила анализа семян. М.: Колос, 1984. 311с.
 16. Вольф В.Г. Статистическая обработка опытных данных. М: Колос, 1966. 255с.
 17. Zadorozhna O. Some supplemental recommendations for the optimum moisture content of wheat seed for long-term storage. Annual Wheat Newsletter. Kansas State University. 2001. v.47. P.203–204.
 18. Лінник Ю. О., Рябчун В. К., Богуславський Р. Л. Пат. на корисну модель «Спосіб підвищення життєздатності насіння сільськогосподарських культур шляхом заморожування» / ; Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН. № 50130; дата подання заявки 07.12.2009 ; опубл. 25.05.2010.
 19. Задорожна О. А. Шиянова Т. П., Герасимов Н. В. Особливості довготривалого зберігання насіння зразків генофонду жита. Генетичні ресурси рослин. 2014. №14. С. 105–114.

REFERENCES

1. Mitrofanova OP. VIR wheat collection: preservation, study, use. Trudy po Prikladnoy Botanike, Genetike i Seleksiyi. 2007. 164:63–79
2. Khoroshaylov NG, Zhukova NV. Long-term storage of collection seed accessions. Trudy po Prikladnoy Botanike, Genetike i Seleksiyi. 1973; 49(3): 269-279.
3. Silayeva OI. Storage of a collection of the world plant resources of seeds at low positive temperatures – assessment, state, prospects. Trudy po Prikladnoy Botanike, Genetike i Seleksiyi. 2012. 169 (3): 230–239.
4. FAO. 2015. Gene bank standards for plant genetic resources for food production and agriculture. The 2nd revised and expanded edition. Rome. 182 p
5. Seed industry and seed science of grain crops. Ed. by M.O. Kindruk, K.:Ahrarna Nauka, 2003. 204 p.
6. Trisvyatskiy LA. Grain storage. M.:Agropromizdat; 1986. 351 p.
7. State Standard of Ukraine 3768-2010. Wheat. Specifications. Kyiv. Derzhspozhyvstandart Ukrayiny; 2010. 19 p.
8. Havrylyuk MM. Fundamentals of the modern seed industry. K.:NNUIAE; 2004. 256 p.
9. Rehman Arif M.A., Nagel M., Lohwasser U., Börner A. Genetic architecture of seed longevity in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Biosciences. 2017; 42 (1): 81–89.

10. Flintham JE. Different genetic components control coat-imposed and embryo-imposed dormancy in wheat. *Seed Science Research*. 2000; 10: 43–50.
11. Agacka-Moldoch M., Rehman Arif M.A., Lohwasser U., Doroszewska T., Qualset C. O., Börner A. The inheritance of wheat grain longevity: a comparison between induced and natural ageing. *Journal of Applied Genetics* 2016, 57 (4): 477–481
12. Cao L., Hayashi K., Tokui M., Mori M., Miura H., Onishi K. Detection of QTLs for traits associated with pre-harvest sprouting resistance in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Breeding Science* 2016; 66 (2): 260–70.
13. Nagel, M., Börner A. The longevity of crop seeds stored under ambient conditions. *Seed Science Research*. 2010; 20: 1–12
14. State Standard of Ukraine 4138-2002. Crop seeds. Methods of quality determination. K.: Derzhpozhivstandart Ukrayiny; 2003: 173 p.
15. International rules for seed testing. M.: Kolos; 1984: 311 p.
14. Volf VG. Statistical processing of experimental data. M: Kolos; 1966. 255 p.
17. Zadorozhna O. Some supplemental recommendations for the optimum moisture content of wheat seed for long-term storage. *Annual Wheat Newsletter*. Kansas State University. 2001; 47: 203–204.
18. Linnik YuO, Riabchun VK, Boguslavskyi RL. Utility model patent "Method of Improvement of Crop Seeds Viability by Freezing". Plant Production Institute nd. a V.Ya. Yuryev UAAS. No 50130; filing date 12.07.2009; publ. date 05.25.2010.
19. Zadorozhna OA, Shyianova TP, Herasimov MV. Features of long-term storage of seeds of the rye gene pool accessions. *Henetychni Resursy Roslyn*. 2014; 14: 105–114.

Задорожна О. А., Герасимов Н. В., Шиянова Т. П.
 Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН
 Національний центр генетичних ресурсів рослин України
 Московський пр. 142, Харків, 61060, Україна
 E-mail: olzador@ukr.net

ЗБЕРІГАННЯ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ В КОНТРОЛЬОВАНИХ УМОВАХ

Мета. Виявити оптимальні умови зберігання зразків насіння пшениці м'якої кількох різновидів, які після репродукції в різні роки в декількох науково-дослідних установах України, зберігались в контрольованих умовах Національного сховища, де знаходились до 15 років.

Результати і обговорення. Проведено моніторинг схожості насіння різновидів пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.): 67 зразків *lutescens*, 49 зразків *erythrospermum* і окремих зразків *graecum*, *ferrugineum*, *milturum*, що зберігалися в контрольованих умовах при вологості насіння 5-8%. Насіння зазначених зразків репродукувались в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва (східний Лісостеп України), Устимівській дослідній станції рослинництва Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН (південний Лісостеп України), Миронівському інституті пшениці ім. В. М. Ремесла НААН (центральний Лісостеп України), Селекційно-генетичному інституті (південно-західний Степ України). Встановлено, що зберігання зразків насіння ярої пшениці, вирощених в умовах східного Лісостепу України, дозволяє при вологості насіння 6-7 % в герметичній тарі навіть у сховищі з нерегульованою температурою зберігати вихідну схожість насіння до 9 років без істотних змін. Не виявлено переваг в довговічності насіння пшениці м'якої *var. lutescens*, *var. erythrospermum*, *var. graecum* при аналогічних умовах репродукції і зберігання. Насіння пшениці м'якої, вирощені в більш сприятливих умовах південного Лісостепу або в сприятливі роки в умовах різних регіонів України при температурі мінус 20°C і вологості насіння 6-7%, можуть зберігати схожість без змін більш тривалий період, ніж зразки, що знаходяться при нерегульованій температурі.

Висновки. Для тривалого зберігання зразків насіння пшениці м'якої різних різновидів в умовах Національного сховища рекомендується вологість насіння 6-7 %. За такої вологості та нерегульованої температури очікується зберігання вихідної схожості насіння до десяти років. Для подовження терміну зберігання вихідної схожості насіння рекомендована температура зберігання мінус 20°C.

Ключові слова: пшениця, різновид, насіння, генофонд, зберігання, температура, вологість, довговічність

Zadorozhna O. A., Herasimov M. V., Shyianova T. P.
Plant Production Institute nd. a. V.Ya. Yuriev of NAAS
National Center for Plant Genetic Resources of Ukraine
142, Moskovskiyi ave., Kharkiv, 61060, Ukraine
E-mail: olzador@ukr.net

BREAD WHEAT SEED STORAGE UNDER CONTROLLED CONDITIONS

Goal. To define optimal conditions for storage of bread wheat seeds of several varieties after reproduction at some research institutions of Ukraine in different years. The seed accessions were stored under controlled conditions in the National Depository for 15 years.

Results and Discussion. The seed germinability of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties was monitored: 67 accessions of *lutescens*, 49 accessions of *erithrospermum* and several accessions of *graecum*, *ferrugineum*, *milturum*, which were stored with the seed moisture content of 5-8% under controlled conditions. Seeds of these accessions were reproduced in the Plant Production Institute nd. a. V.Ya. Yuriev of NAAS (Eastern Forest-Steppe of Ukraine), Ustymivka Experimental Station for Plant Production of Plant Production Institute nd. a. V.Ya. Yuriev of NAAS (Southern Forest-steppe of Ukraine), V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat. (Central Forest-Steppe of Ukraine), Breeding and Genetics Institute (South-Western Steppe of Ukraine). It has been established that storage of spring wheat seeds (with the seed moisture content of 6-7 %) grown in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine in hermetic containers allows maintaining the initial seed germinability for up to 9 years without significant changes even at uncontrolled temperature in the storage chamber. There is no advantage in terms of the seed longevity of bread wheat *var. lutescens*, *var. erythrospermum*, *var. graecum* under similar conditions of reproduction and storage. Bread wheat seeds with the seed moisture content of 6-7% grown under more favorable conditions in the southern Forest-Steppe of Ukraine or in favorable years in other regions can maintain their germinability without changes at -20°C for a longer period than seed accessions stored at unregulated temperature.

Conclusions. The seed moisture content of 6-7% is recommended for long-term storage of seed accessions of different bread wheat varieties in the National Depository. The initial seed germinability is expected to be preserved for up to 10 years with this seed moisture content and at unregulated temperature in the Depository. To prolong the period of maintenance of the initial seed germinability, storage at -20°C is recommended.

Keywords: wheat, variety, seeds, gene pool, storage, temperature, moisture, longevity