

ВЫЖИВАЕМОСТЬ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ ХРАНЕНИИ

Б. А. КАРПОВ

(Кафедра хранения и технологии с.-х. продуктов)

Недавними исследованиями установлено, что потеря жизнеспособности семян при хранении подчиняется закону нормального распределения, и на графике жизнеспособности во времени линия выживаемости семян имеет симметричную S-образную форму, а время, за которое отмирают первая и вторая половины популяции, примерно одинаково [2]. Отмеченная закономерность послужила теоретической основой для выведения Робертсом уравнений жизнеспособности и построения номограмм в целях прогнозирования долговечности семян при заданных значениях температуры и влажности в процессе хранения [2].

Это серьезное научное достижение получило широкий резонанс во многих странах, в том числе и в СССР. Однако при использовании предложенного метода нивелируется разнообразие свойств семян в пределах культуры, не учитываются сортовые особенности и влияние различных факторов, таких как погодные условия во время вегетации, прорастание семян на корню, полегание растений, степень зрелости семян и др. В нашей стране накоплен достаточно обширный материал по длительному хранению семян с учетом не только условий складирования, но и влияния разнообразных условий выращивания, уборки, обработки, и поэтому представляется целесообразным проанализировать их роль как факторов долговечности и выживаемости семян при хранении.

Методика

Работа проводилась с семенами зерновых культур (озимая пшеница и озимая рожь разных сортов), выращенных в Нечерноземной зоне РСФСР. Опытные партии семян, полученные при благоприятных и неблагоприятных условиях в периоды вегетации и созревания, в разной степени травмированные при обработке и обмолоте, с различной первоначальной всхожестью хранили в сухом состоянии при стабильной относительной влажности воздуха 60—65 % и естественно изменяющейся температуре. Всего использовано более 200 партий семян урожая 1969—1975 гг. Масса партии— 1—3 кг, продолжительность хранения — до 10 лет.

Образцы семян находились в камере с перфорированными стенками, установленной внутри зерновой насыпи на глубине 0,8 м от поверхности. При этом способе для каждого небольшого образца семян имитировались условия хранения крупных производственных партий в данной климатической зоне.

Анализ посевных качеств семян проводили по стандартной методике в государственной семенной инспекции. Травмирование определяли путем визуального просмотра 2—4 сотен семян под бинокулярной лупой при 10—20-кратном увеличении.

Результаты и их обсуждение

Полученная в ходе опыта кривая выживаемости хорошо вызревших сухих семян свидетельствует об отсутствии строго нормального распределения периодов их жизнеспособности, поскольку имеется значительная правосторонняя асимметрия расположения S-участка на графике. Время, в течение которого происходит снижение первоначальной всхожести до 50 %, в 2—4 раза больше, чем период, за который всхожесть падает от 50 до 0 % (рис. 1). Следовательно, удвоение времени, за которое всхожесть снижается до 50 %, не может характеризовать биологическую долговечность семян.

По данным Всесоюзного научно-исследовательского института растениеводства им. Н. И. Вавилова, соотношение времени, за которое погибли первая и вторая половины популяции семян, с влажностью в

период хранения 8—12 %, при температуре в хранилище 11—20 °, составило у яровой пшеницы Диамант 12,5 и 3,5 года, у озимой пшеницы Ворошиловская — 11 и 5 лет, у ячменя Полярный — 10,5 и 4,5 года и при менее благоприятных условиях хранения — 6 лет и 2 года, у ржи

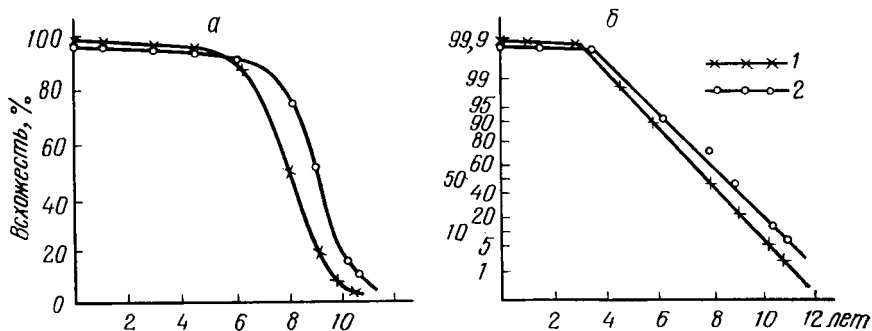


Рис. 1. Кривые выживаемости сухих семян озимой ржи сорта Гибридная 2 (1), обмолоченных ручным способом, и озимой пшеницы сорта Мироновская 808 (2), обмолоченных комбайном.

а — обычный график изменения всхожести семян относительно времени хранения; б — про- бит-график, в котором всхожесть семян (в относительных процентах) нанесена на шкалу вероятности (средние данные по 6 партиям семян).

Ветка — 8 и 4 года [1]. В данном случае, как и при строго симметричном нормальном распределении, средний период сохранения семенами жизнеспособности близок к периоду, за который жизнеспособность (всхожесть) снижается до 50 % (45—50 %). Это обусловлено тем, что начальный участок кривой на графике, придающий асимметричность, имеет сравнительно небольшой градиент, и следовательно, средний период жизнеспособности семян изменяется незначительно.

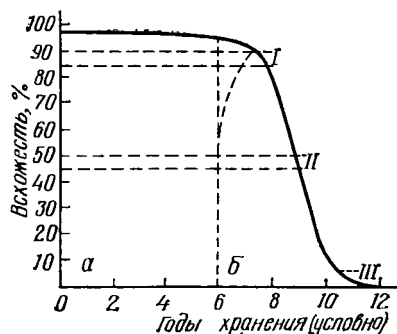


Рис. 2. Типичная кривая выживаемости сухих семян зерновых культур, полученных при благоприятных условиях созревания и ручном обмолоте.

I — минимальный уровень хозяйственной пригодности семян; II — средний период жизнеспособности семян; III — биологическая долговечность семян; а — период стойкого хранения; б — период неустойчивой сохранности семян.

Такой характер кривой распределения отражает два различных по стойкости и качеству состояния семян и соответственно два последовательно сменяющих друг друга периода хранения: стойкой и неустойчивой сохранности семян (рис. 2).

Периоду стойкой сохранности соответствует зона (участок) асимметрии кривой выживаемости семян на графике. Этот период характеризуется небольшим градиентом потери всхожести и относительно высоким качеством семян. Он наиболее изменчив и зависит от особенностей культуры и сорта, условий онтогенеза, формирования, хранения семян, календарно приходится примерно на период хозяйственной долговечности семян и, как показано в работе [3], отражает их генетическую целостность. Во второй период хранения, отражаемый

S-образной частью кривой выживаемости, семена отличаются значительно более высоким темпом потери всхожести, а у оставшихся живыми постепенно ослабляется биологический потенциал, снижаются сила роста, полевая всхожесть и другие показатели качества семян. Итак, S-образный отрезок на графике является составным компонентом кривой распределения жизнеспособности семян и отражает завер-

шающий период их хранения, когда сравнительно быстро отмирает основная масса естественно состарившихся семян.

На вероятностном пробит-графике первый и второй периоды хранения четко выражены двумя прямыми с разным градиентом потери всхожести (рис. 1, б). Это указывает на существенные различия в скорости потери жизнеспособности семян, погибших в первый и второй периоды хранения.

Наличие в составе кривой выживаемости семян двух участков с резко различным градиентом потери жизнеспособности обусловлено тем, что всякая партия семян обычно имеет сложный состав и значительную разнокачественность в связи с влиянием разнообразных биологических и технологических факторов.

Основную массу популяции составляют достаточно вызревшие здоровые семена. Различаясь по качеству и стойкости, они, тем не менее, обладают генетически обусловленной сортовой способностью при благоприятных условиях некоторое время стойко сохранять жизнеспособность и давать при посеве полноценные растения. Период стойкого хранения этих семян (участок асимметрии на графике) продолжается, вероятно, до тех пор, пока в процессе естественного старения не будут накоплены опасные незапрограммированные повреждения и структурные изменения [2], после чего начнется сравнительно быстрое отмирание по закону нормального распределения, что соответствует на графике S-образной части кривой.

Таким образом, кривая выживаемости применительно к основной массе добротных семян популяции должна быть закономерно асимметричной, а асимметричный ее участок не должен иметь градиента потери всхожести. Но такие случаи встречаются как исключение, потому что практически в любой популяции, помимо основной массы достаточно спелых и стойких семян, имеется то или иное количество семян нетипичных, с заметно или резко пониженными стойкостью при хранении и долговечностью. Часть таких семян появилась в результате того, что к моменту уборки они еще не достигли достаточно высокого, характерного для данного сорта качества. Это главным образом семена плохо вызревшие или пораженные болезнями и вредителями. Другая часть семян утратила достигнутый высокий уровень качества, например, под действием отрицательных факторов, таких как прорастание семян на корню, механические и тепловые повреждения и т. д. Отмирание некоторой части ослабленных семян происходит сравнительно быстро, что и выражается в виде градиента на участке кривой, относящейся к периоду стойкого хранения семян.

Недолговечных семян в популяции обычно немного в благоприятные годы и значительно больше в неблагоприятные. Долговечность и способность этих семян давать при посеве здоровое растение определяются не столько генетическими особенностями данного сорта, сколько избирательным действием отмеченных факторов. Эти семена не являются типичными в данной популяции и имеют иной, чем у основной массы семян, тип распределения периодов жизнеспособности.

Таким образом, обязательное присутствие в популяции некоторого количества ослабленных семян и редкое появление того же количества или даже единичных суперстойких семян также свидетельствуют о неизбежности асимметрии кривой выживаемости всей популяции семян.

При неблагоприятных условиях онтогенеза все семена менее долговечны, период их стойкого хранения короче, и асимметрия, обуславливаемая типичными представителями популяции, оказывается менее выраженной. Вместе с тем в такой популяции больше ослабленных семян и выше градиент потери всхожести в период стойкого хранения. В итоге участок асимметрии укорачивается и возрастает его градиент, а кривая распределения периодов жизнеспособности может как исключение

принять форму, близкую к форме кривой типичного нормального распределения. Более того, под влиянием особо резких воздействий, таких как прораствание на корню, тепловые повреждения, сильное поражение плесневыми грибами, фракция ослабленных семян может стать доминирующей, и тогда нарушится механизм долговечности основной массы семян, а кривая распределения периодов их жизнеспособности примет

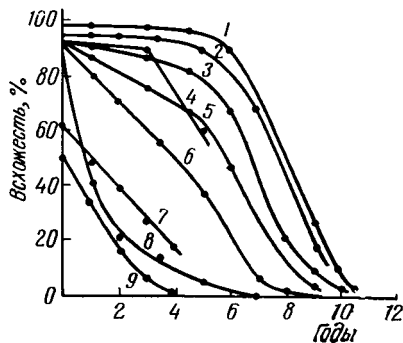


Рис. 3. Влияние некоторых внешних факторов на форму кривой выживаемости семян озимой ржи при хранении.

1, 2 и 3 — сорт Гибридная 2 — соответственно ручной обмолот, благоприятные и неблагоприятные условия созревания; 4 — сорт Немчиновская 50, семена после 20-часовой сушки при температуре 70 °С; 5, 6, 8 — сорта Гибридная 2 и Немчиновская 50, семена с признаками прораствания на корню; 7, 9 — сорт Восход 1, семена сильно поражены плесневыми хранения (1—3 млн/г).

форму, характерную для равномерно-го или геометрического распределения. Как видно из рис. 3, кривые выживаемости сухих семян озимой ржи, испытывавших в период вегетации или при подготовке к хранению сильные внешние воздействия, свидетельствуют о большом варьировании долговечности семян и формы кривой их выживаемости при хранении. Под влиянием указанных факторов средний период жизнеспособности семян с влажностью при хранении 12,5—13,5 % изменялся от 0,5 до 8,5 лет.

Познание особенностей периода стойкого хранения и периода неустойчивой сохранности семян имеет не только научное, но и большое практическое значение. Для практики весьма важно знать природу тех факторов, которые определяют продолжительность периода устойчивого хранения семян. Особая роль последнего обусловлена тем, что он отражает хозяйственную долговечность семян.

Чем продолжительнее данный период, тем более стойки семена при хранении. Несомненно, он зависит от условий хранения и влияния разнообразных воздействующих на семена факторов. Нами рассматриваются лишь последние, т. е. условия получения семян, история образования каждой конкретной партии.

Факторы, определяющие особенности начального участка кривой (участка асимметрии), имеют двойственную природу, поскольку его длина по линии абсцисс характеризует продолжительность устойчивого хранения основной массы семян и, следовательно, зависит от их свойств, а снижение высоты по оси ординат отражает потери всхожести за этот период и определяется количеством и свойствами наиболее слабых семян в популяции. Кроме того, угол наклона начального участка кривой зависит от хозяйственной деятельности человека, в частности от степени травмирования семян при уборке и обработке, а также от отсортированности. Из-за травмирования снижается исходный уровень всхожести и нередко усиливается градиент наклона этого участка кривой, т. е. снижаются стойкость и долговечность части семян, тогда как в результате очистки и сортировки, в процессе которой удаляются щуплые, недоразвитые, с ограниченной долговечностью зерна, уменьшается градиент наклона кривой, т. е. повышаются качество и хозяйственная (но не биологическая) долговечность семян.

Таким образом, хозяйственная долговечность семян при данных условиях их хранения определяется как свойствами модальной группы популяции, так и особенностями фракции наименее долговечных семян, т. е. сортовыми особенностями и историей формирования каждой конкретной партии. Чем лучше были условия формирования семян в поле, тем в большей мере проявляются потенциальные возможности сорта, и тем больше в популяции семян с повышенной долговечностью и мень-

ше ослабленных. То и другое определяет выпрямление и удлинение начального участка кривой и, следовательно, увеличение долговечности семян. При неблагоприятных условиях возрастают разнокачественность семян и количество ослабленных, сокращается в первую очередь хозяйственная и нередко биологическая их долговечность.

Поскольку хозяйственная долговечность семян связана с сохранением достаточно высокой всхожести (для большинства зерновых культур не ниже 90 %), она существенно зависит от уровня всхожести при закладке на хранение. Чем он выше, тем больше запас качества, который может быть утрачен в пределах периода хозяйственной долговечности.

Однако при пониженной первоначальной всхожести, когда меньше запас качества семян и их хозяйственная долговечность, далеко не всегда наблюдается сокращение периода устойчивого хранения. Завершение его отражает биологически обусловленный переломный момент в жизни популяции семян. Переход от первого ко второму периоду хранения, вероятно, совпадает с началом биологического ослабления основной массы семян. Этот момент не обязательно приурочен к строго определенному уровню всхожести. Она может быть достаточно высокой (в пределах норм стандарта на семена или выше их), если исходный ее уровень был максимально высок и семена добротны. В этом случае, видимо, вполне справедливо утверждение, что даже небольшое снижение всхожести семян в процессе естественного старения свидетельствует о существенном ухудшении свойств оставшихся живых семян [4]. Однако вряд ли это может быть отнесено к партиям семян, всхожесть которых понизилась в результате таких модифицирующих воздействий, как травмирование при обмолае, оказывающее влияние не на все семена в партии, а только на некоторую их часть. В данном случае быстрая гибель травмированных семян при хранении не ведет к существенному биологическому ослаблению остальных, к накоплению опасного фона поврежденных всеми представителями популяции.

Нередко подобные условия (во время послеуборочной обработки и в начальный период хранения сырых семян) вызывают гибель преимущественно наиболее слабых семян в популяции, что повышает однородность по качеству оставшихся всхожих семян. Поэтому партии семян, всхожесть которых понизилась в результате влияния отмеченных воздействий, могут быть столь же долговечны и кривая их выживаемости будет иметь такую же форму, что и у партий с более высокой всхожестью. Как видно из рис. 4, у семян озимой ржи с одного участка, но резко различающихся по всхожести из-за разной степени травмирования при обмолае, практически одинаковая форма кривых выживаемости при хранении. Результаты опыта показывают, что снижение средней всхожести не во всех случаях сопровождается снижением долговечности и, вероятно, биологического потенциала оставшихся живых представителей популяции.

Переход ко второму этапу хранения, который отражает S-образная часть кривой выживаемости семян, свидетельствует о завершении периода устойчивого хранения и начале быстрого отмирания основной

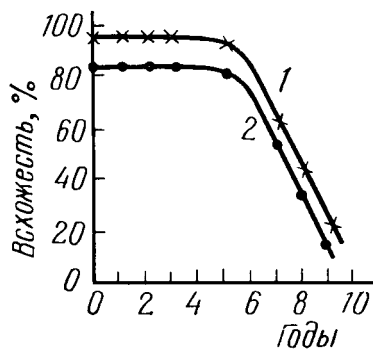


Рис. 4. Кривые выживаемости семян озимой ржи Гибридная 2 с разной исходной всхожестью (с одного участка).

1 — всхожесть I класса (95 %); 2 — некондиционные по всхожести (84 %) из-за более сильного травмирования при обмолае.

массы семян в результате вероятного накопления в процессе естественного старения опасного фона повреждений. Наблюдения показывают, что второй период хранения менее динамичен. При изменении условий формирования партии семян и в связи с этим при уменьшении или увеличении среднего периода их жизнеспособности уменьшается или увеличивается период устойчивого хранения и соответственно изменяется местоположение S-образного участка кривой, его удаленность от оси ординат и в меньшей степени его градиент. Поэтому для характеристики периода неустойчивого хранения семян можно с определенным приближением использовать критерий среднего периода жизнеспособности семян. То, что заключительный этап хранения представлен на графике симметричной S-образной кривой, дает возможность определять их биологическую долговечность, не дожидаясь полной гибели. Для этого необходимо суммировать продолжительность периода стойкого хранения, который с некоторым допущением можно сопоставить с продолжительностью хозяйственной долговечности доброкачественных семян, и удвоенный полупериод их нестойкого хранения, т. е. удвоенный отрезок на оси абсцисс от начала S-образной части кривой до уровня всхожести примерно 50 %.

Выводы

1. Типичная кривая выживаемости доброкачественных сухих семян не дает строго нормального распределения периодов их жизнеспособности из-за наличия значительной правосторонней асимметрии. Такой характер распределения отражает два последовательно сменяющих друг друга периода хранения, характеризующихся различной стойкостью семян и скоростью потери всхожести: начальный период стойкого хранения семян с небольшим градиентом потери всхожести и сменяющий его период неустойчивой сохранности, когда происходит сравнительно быстрое отмирание основной массы семян в соответствии с законом нормального распределения. На вероятностном пробит-графике первый и второй периоды хранения имеют каждый свою прямую с различным градиентом потери всхожести.

2. Под влиянием ряда факторов — прорастания на корню, тепловых повреждений, сильного поражения микрофлорой — не только резко сокращается долговечность семян, но и значительно изменяется форма кривой выживаемости.

3. На основании анализа кривых выживаемости семян в пределах снижения всхожести до 50—45 % может быть определена их биологическая долговечность до момента окончательной гибели семян. Она равняется сумме продолжительности периода стойкого хранения и удвоенного полупериода неустойчивой сохранности семян.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гвоздева З. В., Хорошайлов Н. Г. Руководство по длительному хранению семян коллекционных образцов различных видов растений. Л., ВИР, 1968, с. 50—69. — 2. Жизнеспособность семян. М.; Колос, 1978. — 3. Хорошайлов Н. Г., Жукова Н. В. Длительное хранение семян мировой коллекции ВИР. Л., Бюлл. ВИР, 1978, вып. 77, с. 9—19. — 4. Harrison B. I. — J. nat. Inst. Agric. Bot., 1966, vol. 10, p. 644—663. — 5. Watson E. L. Can. J. Plant. Sci., 1970, vol. 50, p. 107—114.

Статья поступила 13 ноября 1979 г.

SUMMARY

A typical survival rate curve for good quality dry seed of grain crops differs in shape from the normal curve showing the distribution of the periods of their viability because of a considerable right-side asymmetry. The ratio of the period when the first and the second halves of the population are lost due to the process of natural ageing is approximately 2—4:1. Such distribution reflects two interchanging storage periods: the early period of stable storage of seed with a low gradient

of germination rate loss and the period of non-stable storage when the main mass of seed is lost rather rapidly.

Under the effect of external conditions the shape of the survival rate curve for the seed varies widely.