

ЗАВИСИМОСТЬ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН КОРМОВЫХ КУЛЬТУР ОТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ХРАНЕНИЯ В ГАЗОВОЙ СРЕДЕ*

Н. Н. Козлов, кандидат сельскохозяйственных наук
Т. Н. Комкова, кандидат сельскохозяйственных наук
М. А. Макаренков, кандидат сельскохозяйственных наук
В. Л. Коровина,
Т. В. Козлова

*ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», г. Лобня, Московской области, Россия,
nnkozlov@rambler.ru*

DOI: <https://doi.org/10.33814/МАК-2021-26-74-90-97>

Представлены результаты 33-летнего хранения семян кормовых растений в регулируемой газовой среде (РГС). Исследования проводили в лабораторных условиях ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» на семенном материале девятнадцати сортов и сортообразцов селекции ВИК, хранящихся с 1986 г. в герметичных емкостях со стабильным соотношением содержания кислорода и азота. Лабораторная всхожесть образцов после хранения варьировала от 0,7 до 90,3 %. Генетическая целостность семян сохранилась у четырех образцов бобовых трав и у одного – злаковых. Более половины образцов имели хозяйственную (всхожесть 50,0–79,9 %) или биологическую целостность (всхожесть менее 50,0 %). Старение семян злаковых трав происходит быстрее, чем бобовых. За период хранения их всхожесть снизилась на 30–70 %. После извлечения из РГС и помещения в обычные условия большинство образцов сохраняли хозяйственную годность в течение года, за исключением кормовых злаков: коостреца, овсяницы луговой, овсяницы тростниковой и ежи сборной.

Ключевые слова: *кормовые растения, хранение семян, лабораторная всхожесть, регулируемая газовая среда, период расконсервации.*

Введение. Для сохранения целостности генетических ресурсов культивируемых и дикорастущих генотипов приоритетным направлением является увеличение сроков хранения семян при поддержании высокого уровня их жизнеспособности. Основным ее показателем является всхожесть. Семена с высокой лабораторной всхожестью зачастую обладают и высокой полевой всхожестью. Жизнеспособность зависит от видовой и сортовой принадлежности образца, анатомических, морфо-биологических особенностей, условий выращивания и хранения. Но уже с первого года хранения в лабораторных условиях она может существенно снижаться, качество семян ухудшается [1; 2; 3]. Продлению жизни семян при хранении способствуют снижение температуры хра-

*Работа частично выполнена при финансовой поддержке гранта № 2021-0291-ФП5-0001 «Создание селекционно-семеноводческих и селекционно-племенных центров в области сельского хозяйства для создания и внедрения в агропромышленный комплекс современных технологий на основе собственных разработок научных и образовательных организаций».

нения и влажности, герметизация, применение искусственных газовых сред, понижающих активность дыхания семени, замедляющих их физиологические и биохимические процессы [4; 5; 6; 7]. Партия семян у большинства кормовых культур, за исключением самоопылителей, представляет собой популяцию с различным соотношением генотипов, в которой сохраняется общая совокупность генов и аллелей. При длительном хранении образцов важно сохранить их генетическую стабильность, то есть максимально сохранить генетическое строение исходной популяции. Н. Г. Хорошайлов и Н. В. Жукова, анализируя жизнеспособность семян при хранении, в группе с хозяйственным долголетием, отвечающей требованиям государственных стандартов, предложили выделять группу по генетической целостности семян, их генетической стабильности и отнести сюда семена со всхожестью 100–80 %, семена, имеющие всхожесть 79–50 % — к группе с хозяйственной целостностью. К группе семян с биологическим долголетием отнесены образцы, утрачивающие в результате хранения генетическую и хозяйственную целостность, имеющие всхожесть 49–01 %, то есть их жизнеспособность снижается до биологической целостности [8].

Потеря жизнеспособности в процессе хранения семян при постоянных условиях происходит в три стадии: первая стадия — медленная, сохраняется генетическая целостность семян; при второй стадии скорость гибели возрастает, а при третьей — вновь идет замедление скорости старения [9]. При долговременном хранении важно определить сроки, при которых начинается резкое падение всхожести.

Замедление старения семян при хранении в регулируемой газовой среде обусловлено подавляющим действием среды на физиологические и биохимические процессы семян [10]. Во ВНИИ кормов разработаны усовершенствованные методики хранения семян в РГС и проведен анализ влияния РГС на всхожесть и качество семян пяти образцов бобовых и семи злаковых культур [11; 12]. Установлено, что после 22-х лет хранения в РГС всхожесть семян выше 80,0 % сохранилась у люцерны Лада, клевера лугового ВИК 7 и Тетраплоидный ВИК, клевера гибридного и ползучего, то есть у всех исследуемых на тот момент образцах бобовых трав. Снижение всхожести составляло 2–10 %. При этом же сроке хранения лишь два образца злаковых трав из семи — полевица гигантская ВИК 2 и тимофеевка луговая ВИК 85 — сохранили генетическую целостность семян. Всхожесть остальных видов злаков снижалась на 30–40 % [12]. Как видно из этих результатов, всхожесть семян кормовых культур при длительном хранении определяется в большей степени видовыми различиями. Длительность сохранения ингибирующего действия РГС на жизнеспособность семян после расконсервации ранее не исследовалась.

В связи с этим целью нашей работы было продолжение исследо-

ваний, начатых в 1986 г., по влиянию длительности хранения семян в РГС на жизнеспособность семян разных видов и сортов кормовых растений, выявление срока хранения, при котором сохраняется их генетическая и хозяйственная целостность.

Методика исследований. Исследования проводили в лаборатории генетических ресурсов кормовых растений ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Влияние газовой среды на жизнеспособность семян рапса, бобовых и злаковых культур изучали на 19 сортах и сортообразцах селекции ВНИИ кормов. Наряду с ранее используемыми 12 образцами были добавлены четыре образца бобовых, один образец злаковых и два сорта рапса, проведен анализ лабораторной всхожести семян после извлечения их из газовой среды и хранения до одного года в лабораторных условиях.

Семена с 1986 г. после соответствующей подготовки (очистка, сушка) хранились в герметичных емкостях с регулируемой газовой средой, содержащей 1–3 % кислорода, 97–98 % азота, до 1,0 % двуокиси углерода [10; 11; 12].

Всхожесть семян определяли по ГОСТ [13]. Влияние периода расконсервации (времени от извлечения из РГС до помещения в чашки Петри для проращивания) оценивали через 10, 20, 150 и 360 дней хранения в лабораторных условиях. При статистической обработке результатов исследований применялся метод дисперсионного анализа «STATISTICA 6» и обработка данных в среде Windows [14]. Представлены данные по среднему показателю всхожести в процентах и стандартное отклонение по образцу.

Результаты. Исходная всхожесть семян образцов, помещенных на хранение, составляла в зависимости от их генетической принадлежности и физиологического состояния 85,0–98 % у бобовых, 77,0–95,0 % у злаковых, 87,0 % у рапса, при влажности семян от 6,2 до 13,0 % [12].

В последующие 11 лет хранения (с 22-х до 33-х) скорость старения у видов бобовых трав была также ниже, чем у злаковых и рапса.

После 22-х лет хранения в РГС генетическая целостность семян люцерны сорта Лада сохранилась, снижение всхожести составило лишь 6,5 % [12]. Увеличение срока хранения до 33-х лет и различные периоды расконсервации слабо влияют на генетическую целостность семян люцерны. При увеличении периода расконсервации до одного года семена показывают всхожесть выше 80,0 % и энергию прорастания выше 74,0 % (табл. 1, 2).

Семена клевера лугового различаются по жизнеспособности: у сортов ВИК 7 и Тетраплоидный ВИК после 22-х лет хранения в РГС всхожесть составляла 95,0 и 82,0 % соответственно, то есть уменьшилась по сравнению с исходной лишь на 2–8 %.

**1. Всхожесть семян бобовых кормовых культур
после 33-х лет хранения в РГС, %**

Вид, сорт	В год закладки (1986)	Период расконсервации, дней			
		10	20	150	360
Люцерна Лада	93	86,5 ± 2,7	87,8 ± 1,7	82,0 ± 2,0	80,8 ± 2,4
Клевер луговой, поздне-спелый сортообразец	85	14,5 ± 6,5	7,0 ± 1,2	7,7 ± 1,5	15,8 ± 6,7
Клевер луговой ВИК 7	97	78,3 ± 2,9	73,8 ± 2,6	71,7 ± 4,8	68,8 ± 6,6
Клевер луговой Тетраплоидный ВИК	90	59,8 ± 8,5	38,3 ± 3,5	51,3 ± 12,2	55,3 ± 10,4
Лядвенец рогатый, сортообразец	85	26,8 ± 2,1	32,8 ± 7,3	40,3 ± 5,5	27,3 ± 7,8
Клевер ползучий Юбилейный	93	57,8 ± 7,4	72,5 ± 1,7	65,0 ± 5,3	59,8 ± 3,8
Клевер гибридный Маяк	98	77,8 ± 8,7	81,0 ± 3,2	77,3 ± 1,5	74,5 ± 2,6
Вика посевная Луговская 83	98	90,3 ± 2,1	76,8 ± 9,9	98,3 ± 2,1	56,3 ± 23,4
Вика посевная Луговская 85	98	79,3 ± 5,9	87,5 ± 7,0	94,3 ± 2,5	76,3 ± 14,8

**2. Энергия прорастания семян бобовых кормовых культур
после 33-х лет хранения в РГС, %**

Вид, сорт	В год закладки (1986)	Период расконсервации, дней			
		10	20	150	360
Люцерна Лада	93	76,8 ± 5,9	76,3 ± 2,4	74,3 ± 1,5	74,0 ± 2,2
Клевер луговой поздне-спелый сортообразец	85	12,8 ± 6,6	6,5 ± 0,5	5,0 ± 2,0	12,5 ± 5,3
Клевер луговой ВИК 7	97	52,8 ± 4,9	60,0 ± 1,7	56,3 ± 1,8	48,3 ± 4,3
Клевер луговой Тетраплоидный Вик	90	51,8 ± 5,9	28,5 ± 1,3	40,7 ± 6,7	47,0 ± 10,5
Лядвенец сортообразец	85	18,3 ± 3,5	28,8 ± 10,2	32,7 ± 5,0	26,5 ± 4,9
Клевер ползучий Юбилейный	93	28,0 ± 5,8	31,0 ± 2,0	36,3 ± 2,3	34,8 ± 3,1
Клевер гибридный, Маяк	98	53,8 ± 11,7	71,0 ± 2,9	68,0 ± 1,5	65,0 ± 4,9
Вика посевная Луговская 83	98	58,8 ± 5,9	53,0 ± 8,3	95,3 ± 1,2	45,0 ± 26,6
Вика посевная Луговская 85	98	45,5 ± 16,8	78,3 ± 4,4	89,3 ± 1,2	54,5 ± 14,6

После 33-х лет хранения в РГС семена клевера лугового сорта ВИК 7 сохраняют высокую всхожесть, однако при увеличении периода расконсервации свыше 10 дней генетическая целостность семян утрачивается, также происходит падение энергии прорастания. Скорость старения возросла в большей степени у сорта Тетраплоидный ВИК (всхожесть семян не более 59,8 %).

Оба сорта вики посевной сохранили генетическую целостность образцов и энергию прорастания. Генетическая целостность семян (всхожесть 80,0 % и выше) сохраняется при периоде расконсервации 150 дней, что объясняется, вероятно, уменьшением ингибирующего воздействия газовой среды на семена.

Всхожесть семян клевера гибридного и ползучего через 22 года хранения уменьшилась на 5–10 % и составила у обоих видов 88 %. Клевер гибридный сорта Маяк сохранил генетическую целостность семян после 33-х лет хранения, однако при увеличении периода расконсервации больше 150 дней целостность семян понизилась до хозяйственной. Семена клевера ползучего сорта Юбилейный имели только хозяйственную целостность при всех периодах расконсервации.

Позднеспелый сортообразец клевера лугового после хранения в газовой среде в течение 33-х лет сохранил биологическую целостность, всхожесть снизилась до 14,5–2,0 %, при начальной всхожести семян 85 % у исходной популяции.

После 22-х лет хранения в РГС семян злаковых культур у полевицы гигантской и тимофеевки луговой сохранилась генетическая целостность семян (всхожесть 90,0 и 88,0 % соответственно). После 33-х лет хранения только полевица гигантская сорта ВИК 2 сохранила высокую всхожесть семян (87,0–89,3 %) при всех периодах расконсервации и высоком уровне энергии прорастания (табл. 3, 4). Причина этого, по видимому, большая активность танинов ингибиторов белков у этого вида. Всхожесть 53–64 % имели тимофеевка луговая, райграсс пастбищный и райграсс многоцветковый, то есть они сохранили хозяйственную целостность.

Рапс яровой и озимый после извлечения из РГС имели близкие показатели лабораторной всхожести и энергии прорастания (табл. 4).

Зависимость лабораторной всхожести семян от периода расконсервации разновекторная и обусловлена видом и сортом культуры. Максимальная всхожесть у клевера лугового Тетраплоидный ВИК и обоих сортов рапса — при 10-дневной расконсервации, у люцерны Лада, клевера лугового ВИК 7, клевера гибридного Маяк, полевицы гигантской ВИК 2, тимофеевки луговой ВИК 85, райграсса многоцветкового Московский 74, ежи сборной ВИК 61 — при 20-дневной; у сортов вики посевной Луговская 83 и Луговская 85 — при 150-дневной.

**3. Всхожесть семян злаковых кормовых культур и рапса
после 33-х лет хранения в РГС, %**

Вид, сорт	В год закладки (1986)	Период расконсервации, дней			
		10	20	150	360
Полевица ВИК 2	95	87,0 ± 5,1	89,8 ± 9,7	80,3 ± 5,5	89,3 ± 3,6
Тимофеевка луговая ВИК 85	94	64,0 ± 11,2	77,3 ± 6,6	64,0 ± 1,0	54,2 ± 7,6
Ежа сборная ВИК 61	80	41,5 ± 7,2	43,8 ± 7,4	31,0 ± 8,5	45,3 ± 5,1
Овсяница луговая ВИК 5	94	11,0 ± 3,2	12,0 ± 4,2	11,0 ± 2,6	2,8 ± 2,5
Овсяница тростниково-Мягколистная 7	90	34,3 ± 6,9	28,5 ± 4,0	30,7 ± 2,1	18,0 ± 3,7
Райграсс пастбищный ВИК 66	94	53,0 ± 8,5	48,8 ± 4,3	45,3 ± 8,1	50,3 ± 6,2
Райграсс однолетний Московский 74	77	61,7 ± 2,6	68,3 ± 5,5	64,7 ± 3,5	72,5 ± 5,2
Кострец безостый	79	0,8 ± 1,0	0,8 ± 1,0	0,0	0,0
Рапс озимый ВИК 1	87	68,5 ± 2,4	38,3 ± 7,1	45,3 ± 3,1	63,5 ± 8,5
Рапс яровой Салют	87	70,8 ± 7,7	36,3 ± 9,7	44,6 ± 10,1	54,3 ± 8,9

**4. Энергия прорастания семян злаковых кормовых культур и рапса
после 33-х лет хранения в РГС, %**

Вид, сорт	В год закладки (1986)	Период расконсервации, дней			
		10	20	150	360
Полевица ВИК 2	95	83,8 ± 5,7	88,0 ± 4,6	66,0 ± 4,0	83,8 ± 3,1
Тимофеевка луговая ВИК 85	94	20,0 ± 5,7	7,5 ± 4,7	1,3 ± 0,7	14,3 ± 1,9
Ежа сборная ВИК 61	80	25,3 ± 5,3	25,0 ± 1,7	20,7 ± 2,4	21,0 ± 2,2
Овсяница луговая ВИК 5	94	3,0 ± 1,4	5,8 ± 0,5	2,7 ± 0,4	0,0
Овсяница тростниковая Мягколистная 7	90	13,5 ± 6,6	13,5 ± 1,7	15,0 ± 1,5	7,0 ± 2,0
Райграсс пастбищный ВИК 66	94	25,5 ± 10,1	24,5 ± 1,9	22,7 ± 3,2	19,5 ± 6,7
Райграсс однолетний Московский 74	77	55,5 ± 1,3	62,0 ± 3,3	59,7 ± 2,0	61,5 ± 7,7
Кострец безостый	79	0,0	0,7 ± 0,5	0,0	0,0
Рапс озимый ВИК 1	87	63,0 ± 2,2	31,0 ± 2,7	41,0 ± 2,0	31,7 ± 9,9
Рапс яровой Салют	87	60,0 ± 3,6	31,5 ± 3,1	40,7 ± 4,9	28,8 ± 12,4

После 33-х лет хранения в РГС генетическая целостность семян сохранилась у 55,5 % бобовых образцов и у 12,5 % злаковых.

Заключение. Лабораторная всхожесть семян кормовых культур при хранении в газовой среде изменяется в зависимости от длительности хранения, видовой и сортовой принадлежности образца и периода расконсервации, что следует учитывать при частоте контроля всхожести при хранении и смены генераций.

Образцы бобовых трав характеризуются меньшей скоростью старения по сравнению со злаковыми травами и рапсом. К культурам, сохранившим генетическую целостность семян после 33-х лет хранения в РГС, относятся люцерна, клевер луговой ВИК 7, клевер гибридный, вика посевная. Однако два образца бобовых трав сохранили лишь хозяйственную целостность семян — это клевер ползучий и тетраплоидный клевер луговой. Проверку всхожести этих групп образцов достаточно проводить через 10 лет.

У злаковых видов к группе с генетической целостностью семян относится только полевица со всхожестью более 80 % и высокой энергией прорастания после 33-летнего хранения. Тимофеевка луговая, райграсс пастбищный и райграсс многоцветковый относятся к группе образцов с хозяйственной целостностью семян, со всхожестью от 50,0 до 79,9 %, генетическая целостность у тимфеевки сохраняется до 22-х лет. Поэтому проверку всхожести полевицы можно осуществлять после 15–20 лет хранения в РГС.

У образцов костреца безостого, овсяницы луговой и тростниковой, ежи сборной жизнеспособность семян уменьшается до биологической (менее 50 %). Необходимость частоты определения их всхожести составляет не менее трех–пяти лет.

Рапс яровой и озимый к 33-м годам хранения имеют только хозяйственную целостность.

Литература

1. Бартон Л. Хранение семян и их долговечность. – Москва : Колос, 1964. – С. 52–100.
2. Бартон Л. Биология семян и семеноводство (пер. с польск.). – Москва : Колос, 1976. – С. 178–180.
3. Карпин В. И., Переprawo Н. И. Микрофлора и качество семян многолетних трав при различных способах хранения // Кормопроизводство. – 2010. – № 9. – С. 8–10.
4. Хорошайлов Н. Г. Национальное хранилище семян мировых растительных ресурсов на Кубани // Бюл. ВИР им. Н. И. Вавилова. – 1978. – Вып. 77. – С. 3–8.
5. Сторожева Н. Н., Алексеева В. И. Криохранилище семян в толще многомерзлых пород: история, современное состояние, перспективы // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2019. – № 6 (372). – С. 39–42.

6. Силаева О. И. Хранение коллекции семян мировых растительных ресурсов в условиях низких положительных температур — оценка, состояние, перспективы // Труды по прикладной генетике, ботанике, селекции. — 2012. — Т. 169. — С. 230–239.
7. Посевные качества семян овощных культур при хранении в регулируемой газовой среде с повышенным содержанием азота / П. Ф. Кононков [и др.] // Семеноводство овощных культур. — 1984. — Вып. 19. — С. 47–57.
8. Хорошайлов Н. Г., Жукова Н. В. Длительное хранение семян мировой коллекции ВИР / Бюл. ВИР им. Н. И. Вавилова. — 1978. — Вып. 77. — С. 9–19.
9. Николаева М. Г., Лянгузова И. В., Поздова Л. М. — Биология семян. — 1999. — СПб : Изд-во НИИ химии СПб ГУ. — 232 с.
10. Особенности хранения семян многолетних трав в регулируемой газовой среде / В. И. Карпин, М. А. Рагулин, В. И. Сыроедов, Н. И. Назарова // Интенсификация производства семян многолетних трав : сб. тр. ВИК. — 1988. — № 40. — С. 150–159.
11. О хранении генофонда кормовых культур / В. И. Карпин, Н. Н. Козлов, Т. В. Козлова, В. Л. Коровина // Селекция и семеноводство. — 2004. — № 4. — С. 26–27.
12. Хранение семян кормовых растений : методические указания / В. М. Косолапов [и др.]. — М. : Изд-во РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева, 2010. — 26 с.
13. Межгосударственный стандарт. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. ГОСТ 12038-84. — М. : Стандартинформ. — 2011. — 65 с.
14. Боровиков В. П., Боровиков И. П. Статистический анализ и обработка данных в среде WINDOWS. — М. : Информационно-издательский дом «Филинь». — 1997. — 608 с.

DEPENDENCE OF GERMINATION OF SEEDS OF FODDER CROPS ON THE DURATION OF STORAGE IN A GAS ENVIRONMENT

**N. N. Kozlov, T. N. Komkova,
M. A. Makarenkov, V. L. Korovina, T. V. Kozlova**

The research was carried out in the laboratory conditions of the Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology on the seed material of nineteen varieties of the selection of VIC, stored since 1986 in a gas environment. The viability of the seeds was determined after 33 years of storage. The laboratory germination rate of the samples after storage varied from 0.7 to 90.3%. Aging of cereal grasses is faster. After storage in a gas environment for 33 years germination of more than 80% was observed in four samples of the legume family and one of the cereals. After being removed from the CSG and placed in normal conditions for a year, most of the samples retained their economic validity, with the exception of forage cereals: brome grass, meadow and reed fescue, and cocksfoot.

Keywords: *fodder plants, seed storage of seeds, laboratory germination, controlled gas environment.*