

УДК 633.2:631.53.026

ХАРАКТЕРИСТИКА СЕМЯН НЕТРАДИЦИОННЫХ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР КАК ОБЪЕКТА ХРАНЕНИЯ

И. П. ЛАВРИК, Н. М. ЛИЧКО

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

Выявлены особенности семян нетрадиционных кормовых культур, которые позволяют характеризовать их как более трудный объект для хранения по сравнению с зерновыми культурами. Показано, что имеющаяся техника для сушки, очистки, транспортировки и хранения может быть применена при работе с этими семенами. Высокая скважистость семян способствует увеличению их сорбционной емкости и соответственно гигроскопичности; скорость сорбции паров воды из воздуха у них почти в 2 раза выше, чем у зерновых культур. Установлен уровень критической влажности изучаемых семян. В семенах борщевика сосновского и сильфии пронзеннолистной содержится большое количество белка и жира, что свидетельствует об их меньшей стойкости при хранении. Семена горца вейриха вследствие небольшого содержания клетчатки имеют непрочные покровы, а это ведет к резкому сокращению продолжительности их жизни.

Семена нетрадиционных кормовых культур совсем не изучены как объекты хранения. Чтобы правильно организовать послеуборочную обработку, а также научно обосновать режимы и способы хранения семян, необходимо хорошо знать их химический состав, физические и физиологические свойства, в частности сыпучесть, скважистость, равновесную и критическую влажность, обсемененность микрофлорой. Изучению указанных свойств семян нетрадиционных кормовых культур и посвящено данное исследование.

Методика

В работе были использованы семена борщевика сосновского, горца вейриха и горца забайкальского, выращенные в межфакультетской лаборатории Тимирязевской академии, и семена сильфии пронзеннолистной, выращенные в совхозе «40 лет Октября» Запорожской области. Сразу после уборки семена высушивали и очищали.

При изучении физических свойств семян определяли их сыпучесть и

скважистость в условиях различной влажности: от 8,8—10,6 до 30—45 %, т. е. при таких значениях влажности, которые возможны при уборке этих культур. Сыпучесть характеризовали двумя показателями: углом трения и углом естественного откоса. Угол естественного откоса устанавливали высыпанием семян из воронки с последующим измерением угла между образующей конуса и диаметром его основания. Угол трения по стали, строгоаному дереву, транспортной ленте и асбесту определяли с помощью наклонной плоскости (горки Ревякина). Скважистость рассчитывали по формуле

$$S = \frac{W_1 - W}{W_1} \cdot 100,$$

где W — истинный объем твердых компонентов зерновой массы, см³; W_1 — общий объем зерновой массы, см³. Истинный объем определяли погружением семян в мерный цилиндр, заполненный до определенного объема несмачивающей жидкостью (толуолом).

При изучении химического состава

содержание белка устанавливали путем определения общего азота по Кьельдалю с последующим пересчетом (коэффициент — 6,25); содержание жира — по его количеству после экстракции эфиром в аппаратах Сокслета; содержание крахмала — по кислотному гидролизу; содержание сахара — по Бертрану; содержание клетчатки — по Генебергу и Штоману; содержание золы — стандартным методом по ГОСТ 10847—74.

Равновесную влажность определяли статическим методом, т. е. выдерживанием семян в эксикаторах над раствором серной кислоты определенной концентрации до приобретения постоянной массы. Критическую влажность устанавливали тремя методами.

В первом случае семена различной влажности герметически закрывали в колбы объемом 500 мл. Через определенное время состав газа в колбе анализировали на электронном газоанализаторе «Газохром 31—01» и по количеству выделенного CO₂ устанавливали интенсивность дыхания (мг CO₂ на 100 г сухого вещества —

с. в. — за 24 ч) семян различной влажности.

Во втором случае определение уровня критической влажности основывалось на известной закономерности, что при относительной влажности воздуха 70—75 % равновесная влажность семян равна критической.

Третий метод был основан на использовании выведенной Г. В. Щербаковым формулы определения критической влажности семян по содержанию в них жира без учета анатомических и морфологических особенностей семян [4]:

$$V_{к} = \frac{14,5(100 - M)}{100},$$

где $V_{к}$ — критическая влажность, %; M — масляность семян, % к абсолютному сухому веществу.

Поверхностную микрофлору семян изучали путем посева смывов с их поверхности на питательные растворы: для определения бактерий — на мясо-пептонный агар и грибов — на сахарозно-нитратную среду Чапека.

Т а б л и ц а 1

Физические свойства семян нетрадиционных кормовых культур

Влажность, %	Угол естественного откоса, градус	Угол трения, градус				Объемная масса, г/л	Плотность, г/см ³	Сквашенность, %	Обеспеченность воздухом, см ³ /г
		Дерево	Транспортная лента	Асбест	Железо				
<i>Борщевик сосновского</i>									
9,3	38	34	49	30	24	228	1,001	77,2	3,39
25,0	46	38	54	37	31	206	0,990	79,2	3,84
45,9	52	49	61	44	42	198	0,985	79,9	4,04
<i>Горец вейриха</i>									
10,5	33	29	36	28	21	622	1,260	50,6	0,81
19,9	36	30	38	30	27	595	1,230	51,6	0,87
30,3	38	32	39	31	34	513	1,120	54,2	1,06
<i>Горец забайкальский</i>									
10,6	36	24	34	21	20	489	1,050	53,4	1,09
22,3	40	30	40	30	24	424	1,040	59,2	1,40
34,0	42	34	41	34	30	407	1,034	60,6	1,49
<i>Сильфия пронзеннолистная</i>									
8,8	25	25	35	23	20	270	1,004	73,1	2,71
16,7	30	29	37	25	24	245	0,990	75,3	3,07
28,7	44	39	49	34	29	231	0,971	76,2	3,30

Примечание. Масса 1000 семян соответственно по культурам составила 11,2; 2,4; 9,6; 25,8 г.

Химический состав семян нетрадиционных кормовых культур
(% на абсолютно сухое вещество)

Культура	Белок	Жир	Крахмал	Сырая клетчатка	Сахар	Зола
Борщевик сосновского	27,5	18,7	3,5	36,0	6,5	6,9
Горец вейриха	14,6	5,7	62,2	6,4	6,1	3,8
Горец забайкальский	24,7	5,3	50,7	9,8	3,6	4,2
Сильфия пронзеннолистная	35,7	26,6	3,0	26,4	2,0	5,7

При исследовании субэпидермальной микрофлоры проводили предварительное обеззараживание поверхности семян 0,01 % раствором сулемы. После промывки стерильной водой семена высевали на питательные растворы [3].

Результаты

Сыпучесть. Известно, что хорошая сыпучесть зерновых масс позволяет довольно легко перемешать их при помощи норий, загружать в различные по размерам и форме хранилища, подвергать машинной чистке. Наибольшей сыпучестью обладают массы, состоящие из семян шарообразной формы. Чем больше отклоняется форма зерен от шарообразной и чем более шероховата их поверхность, тем меньше их сыпучесть [3]. С увеличением влажности углы естественного откоса и трения увеличиваются. Аналогичной закономерности подчиняются и семена нетрадиционных кормовых культур. Наибольшей сыпучестью (табл. 1) обладают сухие семена сильфии пронзеннолистной (25°). По-видимому, это объясняется их гладкой и блестящей поверхностью. Меньшей сыпучестью ха-

рактеризуются семена горца вейриха (33°) и горца забайкальского (35°), имеющие трехгранную форму. Максимальные значения углов трения (24—61°) и естественного откоса (38—52°), а следовательно, и минимальная сыпучесть выявлены у семян борщевика сосновского, что объясняется их плоской формой и шероховатой поверхностью.

При повышении влажности семян сыпучесть уменьшается, о чем свидетельствует увеличение углов трения и естественного откоса у всех культур. Особенно это характерно для семян борщевика сосновского и сильфии пронзеннолистной, форма которых сильно отклоняется от шарообразной.

Скважистость. Наибольшее значение скважистости отмечено у семян борщевика сосновского (77,2 %) и сильфии пронзеннолистной (73,1 %), наименьшее — у горца вейриха (50,6 %) и горца забайкальского (53,4 %). С увеличением влажности до 45 % скважистость семян увеличивается незначительно — от 3 до 7 %.

Химический состав семян. Различные компоненты семян по-разному удерживают влагу, и от их со-

Таблица 3

Равновесная влажность семян нетрадиционных кормовых культур (%)

Культура	Относительная влажность воздуха, %										НСР _{ов}
	10	20	30	40	50	60	70	75	80	95	
Борщевик сосновского	5,9	6,0	7,0	7,9	8,9	9,5	11,5	12,8	14,9	21,6	0,68
Горец вейриха	7,0	7,2	8,6	9,8	10,8	11,6	13,4	14,3	16,1	23,5	0,27
Горец забайкальский	6,6	6,9	8,5	10,0	11,1	11,6	13,2	14,3	15,8	22,2	0,21
Сильфия пронзеннолистная	5,4	5,6	6,3	6,9	7,9	8,5	10,2	11,2	12,8	21,2	0,18

Таблица 4

Зависимость интенсивности дыхания семян нетрадиционных кормовых культур от их влажности

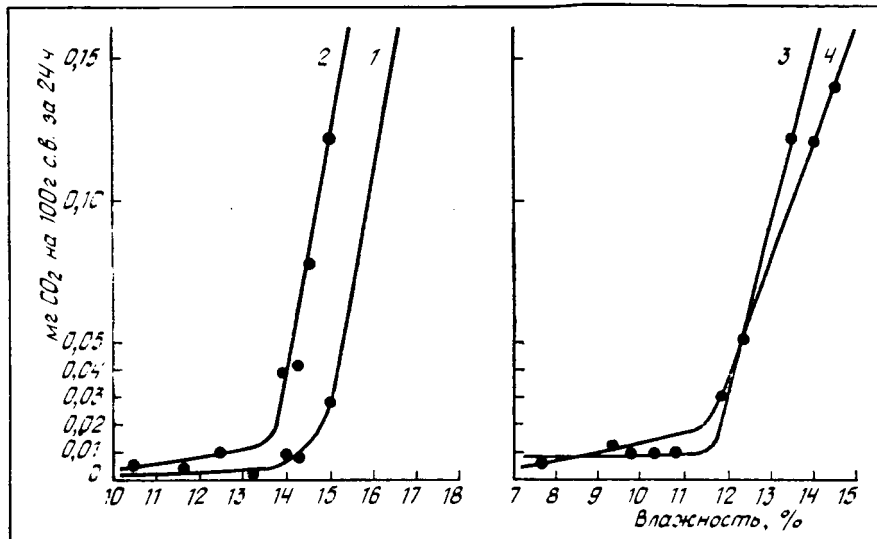
Культура	Влажность семян, %	Интенсивность дыхания, мг CO ₂ на 100 г с. в. за 24 ч	Культура	Влажность семян, %	Интенсивность дыхания, мг CO ₂ на 100 г с. в. за 24 ч
Борщевик сосновского	16,3	0,9245	Горец забайкальский	22,0	0,5867
	13,4	0,1206		19,7	0,5441
	12,3	0,0498		16,2	0,3464
	10,8	0,0078		15,1	0,1212
	10,3	0,0077		14,5	0,0786
Горец вейриха	9,8	0,0077	Сильфия пронзеннолистная	14,2	0,0409
	21,3	0,2140		13,9	0,0382
	20,2	0,1972		12,5	0,0090
	16,9	0,1718		10,5	0,00434
	15,1	0,0278		20,4	0,4883
	14,4	0,0076		19,3	0,3815
	14,0	0,0077		17,0	0,2863
	13,2	0,0031		14,4	0,1379
	11,8	0,0031		13,9	0,1207
	10,2	0,0016		11,8	0,0290
		9,3	0,0105		
		7,6	0,0042		

отношения зависит величина равновесной и критической влажности. Семена борщевика сосновского и сильфии пронзеннолистной отличаются высоким содержанием жира, белка, клетчатки и золы. По имеющимся данным [2], семена такого химического состава малостойки при хранении и имеют короткий жизненный период. Семена горцев вейриха и забайкальского характеризуются меньшим содержанием жира, белка и клетчатки, но повышенным содержанием крахмала (табл. 2). По-видимому, существует определенная связь между небольшим содержанием клетчатки в семенах горца вейриха и его слабыми покровными тканями. Такие семена менее защищены от воздействия факторов внешней среды, поэтому быстрее теряют посевные качества. У них резко сокращается долговечность [2]. Таким образом, химический анализ семян нетрадиционных кормовых культур показал, что они относятся к малостойким при хранении.

Равновесная влажность. Равновесная влажность зависит от химического состава семян. Наиболее высокие ее значения отмечены у семян горцев вейриха и забайкальского, т.е. у семян с высоким содержанием крахмала (табл. 3). Минимальные значения равновесной влаж-

ности наблюдаются у самой высоко-маслянистой культуры — сильфии пронзеннолистной.

Параллельно с определением равновесной влажности был проведен опыт по сравнительному изучению скорости сорбции паров воды из воздуха семенами нетрадиционных кормовых культур и пшеницы. Семена, имеющие влажность на 2—3 % ниже критической, помещали в сетчатые боксы и ставили в эксикатор с относительной влажностью воздуха 95 %. По изменению массы семян, которую фиксировали ежедневно, устанавливали их влажность. За первые 3 сут влажность семян пшеницы увеличилась на 3,6 %, горца забайкальского — на 6 %, а горца вейриха и сильфии пронзеннолистной — на 6,8 %. Как видно, скорость сорбции паров воды у семян нетрадиционных кормовых культур почти в 2 раза больше, чем у пшеницы. Кроме того, равновесная влажность у них установилась на 14-й день, тогда как пшеница продолжала сорбировать влагу из воздуха и на 20—24-й день. Следовательно, при хранении в складских помещениях в условиях постоянного изменения влажности воздуха амплитуда колебаний влажности у изучаемых семян будет намного больше, чем у пшеницы в тех же условиях.



Зависимость интенсивности дыхания семян нетрадиционных кормовых культур от их влажности.
 1 — горец вейриха, 2 — горец забайкальский, 3 — борщевик сосновского, 4 — сильфия пронзеннолистная.

Критическая влажность семян. С увеличением влажности семян возрастает интенсивность их дыхания (табл. 4). Однако эта зависимость сохраняется лишь до определенного значения влажности. Так, при увеличении влажности семян горца вейриха с 10,2 до 14,4 % интен-

сивность дыхания возрастает в 4,7 раза, а при ее увеличении с 14,4 до 20,2 % — в 26 раз. Установлен уровень влажности, при котором происходит резкое повышение интенсивности дыхания семян, т.е. критическая влажность (рисунок): для борщевика сосновского она равна 12 %, для горца вейриха — 14 %, для горца забайкальского — 13 % и для сильфии пронзеннолистной — 11 %. Величина критической влажности не постоянна и зависит главным образом от химического состава. Следовательно, не исключены ее небольшие изменения в зависимости от погодных условий, места произрастания и других факторов.

Таблица 5

Критическая влажность семян нетрадиционных кормовых культур, определенная различными способами (%)

Культура	По интенсивности дыхания	По значению равновесной влажности при относительной влажности воздуха 75 %		По химическому составу
		1	2	
Борщевик сосновского	12	12,8	11,8	
Горец вейриха	14	14,3	13,7	
Горец забайкальский	13	14,3	13,7	
Сильфия пронзеннолистная	11	11,2	10,6	

Как видно из табл. 5, критическая влажность, установленная разными способами, имеет довольно близкие значения. Однако приведенные методы неравноценны. Самый достоверный из них — определение влажности по значению интенсивности дыхания, который и берется за основу.

Микрофлора свежесобранных семян (табл. 6). Минимальная обсемененность микроорганизма-

Микрофлора свежесобранных семян нетрадиционных кормовых культур (тыс. шт/г)

Культура	Бактерии		Грибы			
	<i>Ervinia herbicola</i>	<i>Pseudomonas</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Mucor</i>	<i>Trichoderma</i>	Прочие
Борщевик сосновского	2 130	—	1,6	0,4	—	—
Горец вейриха	140	110	0,1	0,07	—	0,03
Горец забайкальский	1 660	—	1,2	—	—	0,4
Сильфия пронзеннолистная	10 000	—	8,2	0,1	1,6	0,1

ми отмечена у семян горца вейриха (250 тыс. шт. бактерий и 0,2 тыс. шт. грибов на 1 г). По-видимому, это можно объяснить тем, что они закрыты в чашечке из трех наружных долей околоцветника [1]. На открытых семенах горца забайкальского и борщевика сосновского микроорганизмов значительно больше, чем на семенах горца вейриха, причем обсемененность у борщевика сосновского благодаря шероховатой поверхности семян и большей их удельной площади значительно выше, чем у семян горца забайкальского с гладкой блестящей поверхностью и меньшей удельной площадью. Наиболее обсеменены микроорганизмами семена сильфии пронзеннолистной (10 000 тыс. шт. бактерий и 10,0 тыс. шт. грибов на 1 г). Они также имеют шероховатую поверхность, большую удельную площадь, но в отличие от семян борщевика сосновского и горца забайкальского собраны в корзинку, откуда микроорганизмы меньше вымываются дождевой водой.

Таким образом, семена нетрадиционных кормовых культур обильно обсеменены микрофлорой (за исключением семян горца вейриха), которая аналогична микрофлоре свежесобранных семян овощных культур. На них преобладают полевые плесени *Alternaria* и бактерии *Ervinia herbicola*,

Выводы

1. Семена нетрадиционных кормовых культур по сыпучести почти не отличаются от зерновых культур: угол естественного откоса сухих семян борщевика сосновского равен 38°, горца вейриха — 33, горца за-

байкальского — 35 и сильфии пронзеннолистной — 25°. Следовательно, имеющаяся техника для сушки, очистки, транспортировки и хранения зерновых культур может быть применена и при работе с семенами изучаемых культур. В то же время сквашиваемость семян нетрадиционных кормовых культур значительно больше, что говорит, с одной стороны, о хорошей обеспеченности их воздухом, с другой — о большей сорбционной емкости, а значит, и гигроскопичности.

2. В семенах борщевика сосновского и сильфии пронзеннолистной содержится большое количество белка и жира, что свидетельствует об их меньшей стойкости при хранении. Семена горца вейриха вследствие незначительного содержания клетчатки имеют непрочные покровы, что также ведет к резкому сокращению продолжительности их жизни.

3. Уровень критической влажности для семян борщевика сосновского составляет 12%, горца вейриха — 14, горца забайкальского — 13 и сильфии пронзеннолистной — 11%. Семена всех нетрадиционных кормовых культур более гигроскопичны по сравнению с зерновыми культурами; скорость сорбции у первых почти в 2 раза выше. Следовательно, при хранении в складских помещениях небольшими партиями в мешках необходимо обеспечить защиту семян от сорбционного увлажнения.

4. Выявленные особенности семян нетрадиционных кормовых культур характеризуют их как более трудный объект для хранения по сравнению с зерновыми культурами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилов П. П., Кондрать-

ев А. А. Новые кормовые культуры. — М.: Россельхозиздат, 1975. — 2. Гвоздева З. В. Продолжительность жизни семян некоторых овощных культур при различных способах хранения. — Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции, 1971 т. 44, вып. 3, с. 187—210. — 3. Три-

святский Л. А., Лесик Б. В., Курдина В. Н. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов. 3-е изд., перер. и доп. — М.: Колос, 1983. — 4. Щербakov Г. В. Биохимия и товароведение масличного сырья. — М.: Пищепромиздат, 1963.

Статья поступила 13 июля 1989 г.

SUMMARY

The data on physical characteristics (friability and porosity), chemical composition, balanced and critical moistness, cover of microflora of non-traditional fodder crop seed are presented. Concurrently with studying balanced moistness, the rate of sorption of water vapors from the air by seeds of these crops was determined. Specific characteristics of the seed on non-traditional fodder crops that were detected allow to consider that it is more difficult to store them than the seed of grain crops.