

УДК 631.53.01:633.8(470.631)

## ХАРАКТЕРИСТИКА СЕМЯН РАСТОРОПШИ ПЯТНИСТОЙ (*SILYBUM MARIANUM* (L.)), ВЫРАЩЕННЫХ В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРНОГО КAVKAZA

<sup>1</sup>Джашеев А.-М.С., <sup>1</sup>Джашеева З.А.-М., <sup>2</sup>Акбаева Ф.А., <sup>2</sup>Гочияева З.У., <sup>2</sup>Токова Ф.М.

<sup>1</sup>ООО «Карачаево-Черкесский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»,  
Черкесск, e-mail: 0909dams@mail.ru;

<sup>2</sup>Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия, Черкесск

Расторопша пятнистая является относительно новой малоизученной культурой для возделывания на юге России, в частности, для сельхозпроизводителей Карачаево-Черкесской республики. Настоящая статья посвящена исследованию биологических, технологических и физико-механических свойств и других характеристик семян расторопши пятнистой, выращенной с 2009 по 2014 г. в предгорном районе Карачаево-Черкесской Республики (КЧР). Полученные результаты проведенных исследований дают возможность утверждать, что этот регион наиболее оптимален для возделывания высококачественного семенного материала. Среднее значение лабораторной всхожести семян расторопши пятнистой, выращенной в предгорном районе КЧР, составило  $96 \pm 0,6\%$ . По весовым и по размерным усредненным характеристикам исследуемые семена относятся к крупным: в одном грамме содержится 35–37 штук, эквивалентный размер достигает  $l_3$  от 3 до 4 мм. Показатель абсолютной массы семян расторопши пятнистой находится в пределах  $21,9 \pm 0,7$  г/1000 шт. Норма высева, выраженная в кг/га, и полевая всхожесть зависят от показателя абсолютной массы семян. Прочность семян расторопши пятнистой составила 50–55Н. Этот показатель семян является важным, так как показывает, какую нагрузку может выдерживать семя, не снижая свою всхожесть при ее уборке и переработке. Кожура семян расторопши пятнистой является водопроницаемой и влияет на скорость набухания семян, а температурный фактор при этом оказывает значительное влияние. Семена лучше поглощают воду при температуре  $25^\circ\text{C}$  и набухают за 2–3 дня. Таким образом, температурный режим в пределах  $+25^\circ\text{C}$  повышает среднюю полевую всхожесть семян до  $90 \pm 4\%$ , что важно для определения сроков посева этой культуры.

**Ключевые слова:** Карачаево-Черкесская Республика, расторопша пятнистая, характеристика семян, коэффициент трения, упругость, прочность, абсолютная масса, эквивалентный размер

## CHARACTERISTICS OF MILK THISTLE (*SILYBUM MARIANUM* (L.)) SEED GROWN IN THE CONDITIONS OF THE FOOTHILL ZONE OF THE NORTHERN CAUCASUS

<sup>1</sup>Dzhasheev A.-M.S., <sup>1</sup>Dzhasheeva Z.A.-M., <sup>2</sup>Akbaeva F.A., <sup>2</sup>Gochiyeva Z.U., <sup>2</sup>Tokova F.M.

<sup>1</sup>Limited liability company Karachay-Cherkessia Research Institute of Agriculture,  
Cherkessk, e-mail: 0909dams@mail.ru;

<sup>2</sup>North Caucasus State Humanitarian and Technological Academy, Cherkessk

Milk Thistle is a relatively new little-known crop for cultivation in the South of Russia, in particular for agricultural producers of the Karachay-Cherkessia Republic. This article is devoted to the study of biological, technological and physico-mechanical properties and other characteristics of seeds, grown from 2009 to 2014 in the foothills of the Karachay-Cherkessia Republic (KChR). The obtained results of the conducted studies make it possible to assert that this region is optimal for the cultivation of high-quality seed material. The average value of the laboratory germination of milk thistle seeds, grown in the foothills of the KChR was  $96 \pm 0.6\%$ . According to the weight and sizing features seeds in study are large; one gram contains 35-37 pieces, equivalent size reaches  $l_3 = 3$  to 4 mm. The absolute mass index of Milk Thistle seeds was in the range of  $21.9 \pm 0.7$  g / 1000 pcs. Seeding rate expressed in kg / ha and field germination depends on the absolute weight of seeds. The strength of Milk Thistle seeds was 50-55N. This indicator of seeds is important, it shows what load the seed can withstand without reducing its germination during its harvesting and processing. The peel of Milk Thistle seeds is water-permeable and affects the rate of swelling of the seeds, and the temperature factor at the same time has a significant impact. Seeds absorb water better at  $25^\circ\text{C}$ . Seeds swell in 2-3 days. Thus, the temperature regime is within  $+25^\circ\text{C}$  increases the average field germination of seeds to  $90 \pm 4\%$ , which is important for determining the timing of sowing of this crop. The preservation of plants on the field ranged from 30 to 92% over the years.

**Keywords:** Karachay-Cherkessia Republic, Milk Thistle, characteristics of seeds, coefficient of friction, elasticity of seeds, germination

Рыночные условия вынуждают сельскохозяйственных производителей Карачаево-Черкесской Республики изыскивать новые востребованные культуры и перспективные технологии для их выращивания с целью получения прибыли. Одной из таких культур может стать расторопша пятнистая,

спрос на семена которой с каждым годом растет как в России, так и за рубежом. Расширение посевов расторопши, повышение ее урожайности и широкое применение ее в фармацевтической и пищевой отраслях является важной народнохозяйственной проблемой [1, 2]. Семена расторопши пят-

нистой, как и других сельскохозяйственных культур, характеризуются формой, размерами, абсолютной и объёмной массой, коэффициентом трения, сыпучестью, парусностью, упругостью, энергоёмкостью и другими показателями. Однако параметры семян до сих пор носят разрозненный характер и недостаточно полно систематизированы. Порой показатели семян расторопши пятнистой противоречивы, хотя это и естественно, так как они изучаются на местных и районированных сортах, имеющих свои особенности. На их параметры влияет множество факторов, таких как место произрастания, погодные условия, уход за растениями и прочие. Обобщение информации по перечисленным параметрам семян имеет большое значение для прикладного семеноводства, особенно при их перемещении, отборе из полученного урожая посевного материала, при их хранении, проведении предпосевной подготовки, подбора сеялки и высева семян расторопши пятнистой с соблюдением агротехнических требований и другие. Расторопша пятнистая изучается для разных отраслей промышленности учёными в России и за рубежом [3, 4]. В этом направлении учёными России проделана огромная работа. Отсутствие показателей свойств и качества семян расторопши пятнистой, выращенных в условиях предгорной зоны северного Кавказа, в частности в Карачаево-Черкесской Республике (КЧР), рекомендаций по комплексной технологии ее возделывания является сдерживающим фактором широкого распространения возделывания этой культуры в регионе сельхозпроизводителями.

Целью и мотивацией проведения нижепредставленных исследований является изучение свойств семян расторопши пятнистой, выращенных в условиях Карачаево-Черкесской Республики, для прикладного семеноводства.

#### Материалы и методы исследования

Расторопша пятнистая относится к однолетним травянистым растениям. Технология возделывания этой культуры имеет ряд общих технологических приёмов с яровой пшеницей. С 2009 г. ООО «Карачаево-Черкесский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» (КЧНИИСХ) работал в целях изучения и возделывания расторопши пятнистой, из Самарской области в течение четырёх лет (с 2010 г. по 2014 г.) завозили семена этой культуры (сорт Амулет РС-1-3) и высевали на опытном участке

КЧНИИСХ площадью 2 га. Опытный участок расположен в предгорной части КЧР, рядом располагались поля с яровой пшеницей. Исследования и испытания с семенами расторопши каждый год проводили на том же месте. Почвенно-климатические условия региона исследования: Карачаево-Черкесская Республика расположена на северных склонах центральной части Кавказских гор, климат континентальный, средняя температура на предгорных районах января от  $-5^{\circ}\text{C}$  до  $-8^{\circ}\text{C}$ , июля  $+21^{\circ}\text{C}$ , осадков выпадает от 550 мм в год, качество почв выщелоченные чернозёмы, мощность их колеблется от 50 до 140 см, содержание гумуса от 3 до 10%. Продолжительность вегетационного периода – 140–150 дней.

К исследованиям были привлечены специалисты Аграрного института Северо-Кавказской государственной гуманитарно-технологической академии (СевКавГГТА). В программу исследований входили важнейшие показатели качества, которыми являются биологические, технологические, физико-механические свойства и другие характеристики семян расторопши пятнистой, выращенной в предгорной зоне КЧР. Для проведения исследований свойств семян расторопши пятнистой использовались классические, общеизвестные методики с учётом рендомизации [5, 6]. Отбор семян для исследования и испытаний проводился из собранного и очищенного урожая массой 3500 кг по известной методике и рекомендациям осенью после уборки урожая [6].

1. Крупность семян классифицируют по их количеству в 1 г: очень крупные – от 1 до 10 семян; крупные – 10–100; средние – 150–350; мелкие – 600–900; очень мелкие – 1000–2000 семян. Классификация семян по крупности, учитывающей варьирование всех трех размерных показателей: длины, толщины и ширины, производится с использованием среднего эквивалентного размера семян  $l_3$ . Средний эквивалентный размер семян ( $l_3$ ) определяется по формуле

$$l_3 = \sqrt[3]{a \cdot b \cdot c}, \text{ мм} \quad (1)$$

где  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – средние значения длины, ширины и толщины семян.

При такой группировке семян, изменение одного из его размерных показателей вызывает изменение и эквивалентного размера, т.е. крупности семян. Размерные показатели подразделены на 5 групп: очень мелкие до 1 мм; мелкие от 1 до 2 мм; средние от 2 до 3 мм; крупные от 3 до 4 мм; очень крупные больше 4 мм [6]. Под абсо-

лютной массой понимают массу 1000 шт. семян в граммах при стандартной влажности 10% [9].

2. Объёмной массой семян называют массу семян, выраженную в граммах в одном кубическом сантиметре.

3. Внутренний и внешний коэффициенты трения характеризуют физические свойства семян. Коэффициент внутреннего трения означает трение семян между собой, и определяют его углом естественного откоса. Коэффициент внешнего трения подразделяют на статический – коэффициент трения покоя и на динамический – коэффициент трения движения. Коэффициент внутреннего трения семян, численно равен тангенсу угла естественного откоса семян. В зависимости от значения угла естественного откоса, они подразделяются на четыре группы: семена повышенной сыпучести, у которых коэффициент внутреннего трения  $f < 0,45$ ; семена сыпучие  $f = 0,45-0,7$ ; семена пониженной сыпучести  $f = 0,7-1,0$ ; семена несипучие  $f > 1$  [6].

4. Аэродинамические свойства семян (сопротивление семян воздушному потоку) принято характеризовать скоростью витания, коэффициентами сопротивления и парусности.

Под скоростью витания обычно понимают скорость воздушного потока, при которой помещённое в него семя находится во взвешенном состоянии. Она определяется по формуле Ньютона, в которой сила (R) приравнивается к весу семени (Q):

$$R = Q = k_n \frac{\gamma}{g} F v_{кр}^2, \text{ Н}, \quad (2)$$

где  $\gamma$  – плотность воздуха,  $\text{кг/м}^3$ ;  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$  – ускорение свободного падения;  $\text{м/с}^2$ ;  $F$  – площадь среднего сечения семени, перпендикулярного к направлению воздушного потока (миделево сечение)  $\text{м}^2$ ;  $v_{кр}$  – критическая скорость (скорость воздушного потока, при которой семечко витает),  $\text{м/с}$ ;  $k_n$  – коэффициент сопротивления воздушного потока при критической скорости, именуемый коэффициентом парусности, в отличие от коэффициента воздушного сопротивления  $k$  при свободном падении тела.

$$k_n = g / v_{кр}^2, \text{ м}^{-1}. \quad (3)$$

Скорость витания (критическую скорость) определяют опытным путём в воздушном вертикальном канале; она определялась на порционно-парусном классификаторе ВИМа (Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства).

5. Прочность семян определяется исходя из нагрузок, вызывающих их повреждение со снижением всхожести и урожайности [5].

6. Упругость семян, т.е. свойство восстанавливать после деформации первоначальную форму, проявляется при их соударении и характеризуется коэффициентом восстановления ( $\epsilon$ ), определяемым по формуле

$$\epsilon = \frac{u}{v}, \quad (4)$$

где  $u$  – скорость семени после удара о поверхность;  $v$  – скорость семени во время удара о поверхность. То есть это отношение нормальных составляющих скоростей семени соответственно до и после удара о поверхность [5].

7. Коэффициент восстановления семян определен экспериментально-аналитическим методом, заключающимся в решении дифференциальных уравнений движения семени до и после удара о наклонную плоскость, которая имеет аналитическую зависимость:

$$L = f(v, v_{кр}, \epsilon), \quad (5)$$

где  $L$  – дальность полёта после отражения;  $v$  – скорость до удара;  $v_{кр}$  – скорость витания;  $\epsilon$  – коэффициент восстановления [1].

8. Скважность ( $S$ ) измеряется отношением объёма, занятого воздухом в пространстве между семенами, к общему объёму и определяется по формуле

$$S = W - v / W * 100, \quad (6)$$

где  $W$  – общий объём зерновой массы;  $v$  – истинный объём твёрдых частиц зерновой массы. При этом объём семян необходимый для расчёта скважности зерновой массы, определяется путём погружения навески семян в мерную колбу, где находится жидкость, не вызывающая набухания семян (толуол).

9. Коэффициент температуропроводности характеризуется скоростью нагревания или охлаждения зерновой массы и определяется по формуле

$$\lambda = L / cv \text{ м}^2/\text{ч}, \quad (7)$$

где  $L$  – коэффициент теплопроводности зерна,  $\text{кДж}/(\text{ч м}^\circ\text{C})$ ;  $c$  – удельная теплоёмкость,  $\text{кДж}/(\text{кг}^\circ\text{C})$ ;  $v$  – объёмная масса зерна,  $\text{кг/м}^3$ .

10. Сорбционные свойства семян определяются их большой и активной поглощающей способностью (воды и пара). Влага, обмен между воздухом и зерном прекращается, если парциальное давление водяного пара в воздухе и над зерном одинаково. При этом наступает состояние динамического равновесия.

11. Сортовую чистоту семян определяли как содержание семян определённого сорта в семенной партии, выраженное в процентах и по морфологическим признакам изучаемых семян, сравнивая эти признаки с описанными в литературных источниках [6].

12. Посевная годность, энергия прорастания определяется в лабораторных условиях [6]. Посевная годность семян вычисляется по формуле

$$X = \frac{A \cdot B}{100}, \%, \quad (8)$$

где А – всхожесть семян; В – чистота семян.

### Результаты исследования и их обсуждение

1. Семена расторопши пятнистой, выращенные в КЧР, по весовым характеристикам относятся к крупным, то есть в одном грамме содержится 35–37 штук, и по размерным характеристикам  $l_3$  от 3 до 4 мм тоже попадают в эту группу. У семян расторопши пятнистой толщина и ширина семян оказались более изменчивыми показателями; коэффициент вариации у семян по ширине достигает 17%. Несмотря на это, данное положение не оказывает существенного влияния на величину средних размерных показателей семян, и для подбора класса точности сеялки и для посева. Усреднённые размерные характеристики выращенных семян приведены в таблице в сравнении с показателями для таких же семян в литературном источнике [6] для определения подлинности этих семян.

По данным наших наблюдений в течение четырёх сезонов, показатели абсолютной массы семян расторопши пятнистой менялись в зависимости от влаги в почве в период созревания семян и средний показатель находился в пределах  $21,9 \pm 0,7$  г/1000 шт. при влажности семян 10%, а эталонная цифра составляет 12–18 г [6].

2. Среднее значение объёмной массы семян в период наблюдения с 2009 по 2014 гг. для расторопши пятнистой составило

$0,32 \pm 0,8$  г/см<sup>3</sup> при влажности 10%. Абсолютная и объёмная массы семян являются важными агротехническими показателями для отбора семенного материала и определения нормы высева.

3. Значения статического коэффициента трения (покоя) семян колеблются в пределах: 0,31–0,42; динамический коэффициент трения обычно ниже на 0,05–0,20 статического коэффициента трения. Показатели трения семян зависят от многих факторов: влажности, формы, размеров, скорости перемещения, свойства поверхности и др. Показателем сыпучести семян является коэффициент внутреннего трения. Замечено, что семена расторопши пятнистой искривлённой формы при одинаковой влажности по сыпучести значительно различаются от семян прямой формы. В соответствии с этой классификацией семена расторопши пятнистой можно отнести ко второй группе – сыпучие.

4. Средние аэродинамические показатели семян расторопши пятнистой за 2009–2014 гг. показали скорость витания (критическая скорость),  $v_{кр} = 9 - 10 \pm 0,9$  м/с, коэффициент сопротивления,  $k = 0,03 \dots 0,25$  и коэффициент парусности  $k_n = 0,050 \dots 0,120$  1/м.

5. Показатель прочности для семян расторопши пятнистой составил 50–55Н при 10% влажности. Показатель прочности семян расторопши пятнистой следует учитывать при определении оптимальных параметров рабочих органов и рабочих режимов технологического оборудования, они варьируются в зависимости от влажности семян и погодных условий. При интенсификации процесса высева важную роль играют упруго – прочностные свойства семян. Применительно к посевным машинам они являются одним из основных исходных показателей, влияющих на качество распределения семян в рядке.

6. Коэффициент восстановления ( $\epsilon$ ) для семян расторопши пятнистой варьируется в пределах – 0,35...0,47.

Средние размерные показатели семян расторопши пятнистой, полученные за 2009–2014 гг. в сравнении с показателями для определения подлинности таких семян

Культура	Длина, а мм	Ширина, b мм	Толщина, с мм
Расторопша пятнистая, выращенная за 2009–2014 гг.	$7,70 \pm 0,3$	$3,10 \pm 0,92$	$2,92 \pm 0,42$
Показатели для определения подлинности расторопши пятнистой	5–7	3,25	2,75
Разница показаний	$0,7 \pm 0,3$	$-0,4 \pm 0,92$	$0,17 \pm 0,42$



*Вид сравниваемых семян расторопши пятнистой: 1 – цвет семян расторопши пятнистой, выращенной в КЧР, 2 – цвет семян расторопши пятнистой, приобретённой в Самарской области*

7. Сквашность семян расторопши пятнистой составила  $54 \pm 0,92\%$ . Сквашность является важным физическим свойством семян, как сыпучей среды, которая зависит от ее плотности, геометрических и фрикционных свойств семян. Этот показатель важный и используется в процессе настройки оборудования для сушки.

8. Коэффициент теплопроводности зерновой массы характеризуется как очень низкий, т.е. обладает большой тепловой инерцией. Коэффициент теплопроводности исследуемых семян расторопши пятнистой, колеблется в пределах  $6,15 \cdot 10^{-4}$  –  $6,85 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/ч. Полученные данные по температуропроводности на семенах расторопши пятнистой совпадают с результатами исследований отечественных авторов [1, 2].

9. Адсорбционные и абсорбционные свойства семян расторопши пятнистой, полученные специалистами ФГБОУ ВО «СевКавГГТА» в КЧР, показали, что семена набухают за 2–3 дня и оптимальный температурный режим для этого составляет  $+25^\circ\text{C}$ . Замечено, что семена, находящиеся на хранении 2–3 года при одинаковых условиях с однолетними семенами, набухают медленнее, для них требуется на 25–30% больше времени. Полученные результаты в КЧР специалистами из ФГБОУ ВО «СевКавГГТА» практически совпали с результатами, полученными в отделе селекции и семеноводства ВИЛАР в 1977–1986 гг.

10. Сортовая чистота семян расторопши пятнистой, выращенных в условиях КЧР, отличается от семян, завезённых из Самарской области: по цвету –  $98 \pm 1,5\%$  тёмные (рисунок); по размеру – они длиннее на  $0,7 \pm 0,42$  мм и крупнее, толщина на  $0,17 \pm 0,3$  мм больше. Оба размера более стабильны, ширина семян имеет

отклонения  $\pm 0,92$  мм, этот показатель изменчив.

11. Сортовую чистоту семян расторопши пятнистой легко довести существующими методами до 96%, перед их сушкой. Этот показатель, как правило, дополнительно определяют перед посевом в лабораторных условиях.

12. Посевная (хозяйственная) годность семян расторопши пятнистой, выращенных в условиях КЧР, варьировала в пределах  $95 \pm 0,8\%$ .

### Заключение

1. Полученные результаты проведённых исследований дают основание утверждать, что предгорные зоны Карачаево-Черкесской Республики являются благоприятными для возделывания высококачественного семенного материала расторопши пятнистой для прикладного семеноводства благодаря своим климатическим характеристикам и агрохимическим особенностям почвы полей севооборота (пахотный слой), а также за счёт большого количества солнечных дней.

2. Полученные упруго-прочностные показатели, изменчивость размеров у семян расторопши пятнистой по длине, толщине и ширине, изменения их массы в зависимости от погодных условий и другие показатели не препятствуют применению интенсивных технологических приёмов при возделывании семян расторопши в условиях КЧР.

### Список литературы / References

1. Николайченко Н.В. Влияние сроков, норм, способов посева и глубины заделки семян на продуктивность расторопши пятнистой на черноземных почвах Саратовского Правобережья. дис. ... канд. с.-х. наук. Саратов, 2011. 196 с.

Nikolaychenko N.V. Influence of terms, norms, methods of sowing and depth of seeding on the productivity of Milk Thistle on the Saratov river Bank chernozem soils: dis. ... cand. s.-h. nauk. Saratov, 2011. 196 p. (in Russian).

2. Николайченко Н.В. Расторопша в Поволжье: биология, технология выращивания и применения. Саратов: СГА, 2013. 190 с.

Nikolaychenko N.V. Milk Thistle in the Volga region: biology, cultivation technology and notes. Saratov: SGA, 2013. 190 p. (in Russian).

3. Куркин В.А., Запесочная Г.Г. Расторопша пятнистая. Самара: Офорт, 2010. 118 с.

Kurkin V.A., Zapesochnaya G.G. Milk Thistle. Samara: Ofort, 2010. 118 p. (in Russian).

4. Горлов И.Ф., Серова О.П., Воронцова Е.Н. Инновационные разработки рецептуры мягких сыров с расторопшей // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2012. № 1. С. 71–74.

Gorlov I.F., Serova O.P., Vorontsova E.N. Innovative development of soft cheese recipes with Milk Thistle // *Izvestiya nizhnevolzhsky agro-university coplex: science and higher professional education*. 2012. № 1. P. 71–74 (in Russian).

5. Кузнецова Е.И., Алещенко М.Г., Закабунина Е.Н. Методы полевых, вегетационных и лизиметрических исследований в агрономии: учебное пособие. М.: ФГОУ ВПО РГАЗУ, 2010. 130 с.

Kuznetsova E.I., Aleschenko M.G., Zakabunina E.N. Methods of field, vegetation and lysimetric research in agronomy: textbook. M.: FGOU VPO RGAZU 2010. 130 p. (in Russian).

6. ГОСТ Р51096 – 97. Семена лекарственных и ароматических культур. Сортовые и посевные качества. Технические условия. М.: Стандартиформ, 1986. 128 с.