Высокоэффективные способы производства оригинальных семян льна-долгунца

В.П. Понажев,

доктор сельскохозяйственных наук

А.А. Янышина,

кандидат сельскохозяйственных наук

О.В. Медведева,

старший научный сотрудник

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»

Тверская область, г. Торжок, ул. Луначарского, 35

Тел.: (48251) 9-18-44, факс: 9-80-58

E-mail: vniil.sekretar@mail.ru

Для цитирования: Понажев В.П., Янышина А.А., Медведева О.В. Высокоэффективные способы производства оригинальных семян льна-долгунца // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 2 (178). – С. 34–40.

Ключевые слова: лён долгунец, растение, семена, сорт, семеноводство, посев, метод.

Разработан менее трудоемкий метод создания партий обновленных (оригинальных) семян льна-долгунца (метод резервного фонда), основанный на повторном воспроизводстве семенного материала, полученного при отборе типичных растений. Установлено, что данный метод по сравнению с принятым аналогом обеспечивает значительное увеличение выхода оригинального материала (в 4,6 раза), позволяет не закладывать питомник отбора растений в течение четырех лет, снижая тем самым затраты труда и средств. Наибольшая эффективность метода достигнута при его сочетании с узкорядным способом посева (междурядье 6,25 см). Узкорядный способ посева по сравнению с широкорядным (22,5 см) повышал урожайность семян на 1,2 ц/га. Воспроизводство созданных обновленных семян льна-долгунца на последующих этапах первичного семеноводства – в питомниках первого и второго годов размножения, маточной элиты 1 и 2 годов оказалось более эффективным при узкорядном способе посева. Этот способ обеспечил достоверное увеличение урожайности оригинальных семян по сравнению с широкорядным посевом на 2,2–3,0 ц/га, или на 20,8–30,9%, а также сохранение высоких посевных кондиций оригинального материала.

Highly efficient ways of production of original fiber flax seeds.

V.P. Ponazhev, doctor of agriculture

A.A. Yanyshina, candidate of agriculture

O.V. Medvedeva, senior researcher

Federal Research Center of Fiber Crops

35 Lunacharskogo street, Torzhok, Tver region

Tel.: (48251) 9-18-44, fax: 9-80-58

E-mail: vniil.sekretar@mail.ru

Key words: fiber flax, plant, seeds, variety, seed production, sowing, method.

We developed a less demanding method of development of lots of original seeds of fiber flax (a method of reserves), based on the repeated reproduction of seed material obtained in the selection of typical plants. We established that this method provides a significant increase in the yield of the original seeds (by 4.6 times), it allows to manage without a nursery for the plant selection for four years, which reduces the costs of labor and funds. The method is most effective when combined with a narrow-row sowing method (6.25 cm between rows). The narrow-row method of sowing, as compared with the wide-row one (22.5 cm), increased the seed yield by 1.2 c/ha. The reproduction of the renewed fiber flax seeds developed at the subsequent stages of primary seed production - in nurseries of the first and second years of reproduction, of mother elite of the 1st and 2nd years turned out to be more efficient with the narrow-row method of sowing. This method provided a significant increase in the yield of the original seeds as compared with the wide-row sowing by 2.2-3.0 c/ha, or by 20.8-30.9%, as well as preservation of high sowing conditions of the original material.

Введение. Лен-долгунец – важнейшая техническая культура страны, позволяющая обеспечить импортозамещение хлопка. В настоящее время перед льняной отраслью стоит задача – обеспечить производство достаточного количества волокна высокого качества с целью создания надежной отечественной сырьевой базы для перерабатывающих предприятий и повышение экономической и стратегической безопасности страны. Решение этой задачи во многом зависит от производства достаточного количества посевных семян культуры и гарантированного обеспечения ими льносеющих хозяйств. При этом потребность в получении таких семян определяется состоянием первичного семеноводства льна-долгунца, главной задачей которого явля-

ется получение необходимых объемов оригинальных семян с высокими сортовыми и посевными качествами. Однако высокая затратность и трудоемкость создания обновленных семян, невысокий коэффициент их размножения не позволяют обеспечить высокий выход оригинального материала [1]. Это не способствует обеспечению ускоренного внедрения новых высокопродуктивных сортов, проведению ускоренной сортосмены и как результат повышению урожайности и качества льнопродукции.

В связи с этим удельный вес новых сортов льна-долгунца в структуре посевных площадей не превышает 30 %, в том числе сортов, созданных за последние шесть лет – 2,9 %, в то же время длительно возделываемые сорта (25 лет и более) занимают около 40 % площадей [2; 3]. Недобор урожая семян от таких сортов достигает 20 %, а также не обеспечивается своевременное сортообновление. По этой причине усиливается ввоз в страну семян льна-долгунца зарубежной селекции. Так, например, за период с 2017 по 2018 гг. объем поставленных из-за рубежа семян сортов зарубежной селекции увеличился на 1,8 %. Основная причина незначительной доли новых сортов в посевах заключается в невысокой эффективности первичного семеноводства, отсутствии производства достаточного количества оригинальных и элитных семян и как результат медленное внедрение селекционных достижений.

Цель исследования – разработать новые, менее трудоемкие способы создания оригинальных семян льна-долгунца в первичном семеноводстве, обеспечивающие увеличение выхода оригинального материала, сохранение его посевных и сортовых качеств и морфофизиологических свойств.

Материалы и методы. Научные исследования выполнены в Институте льна Тверской области. Полевые опыты проводились в 2013–2018 гг. Исходным материалом для их проведения служили растения, оригинальные семена, волокно льна-долгунца сорта Альфа, включенного в Госреестр селекционных достижений

РФ. Исследования осуществлялись в соответствии с действующими методиками, предназначенными для проведения полевых опытов по льну-долгунцу, а также согласно методическим указаниям по первичному семеноводству культуры [4; 5; 6]. Оценка посевных качеств семян, морфофизиологическая оценка степени развития проростков льна осуществлялись в соответствии с методиками [7; 8; 9; 10].

В соответствии со схемой исследований в полевом опыте № 1 изучалась эффективность метода создания обновленных семян льна-долгунца на основе повторного воспроизводства (посева) семенного материала при широкорядном с междурядьем 22,5 см и узкорядном с междурядьем 6,25 см способах посева, полученного при отборе типичных растений в питомнике отбора, которые оценивались по комплексу морфологических признаков и на волокнистость. За счет такого воспроизводства (посева) семян, полученных в процессе отбора типичных растений, предусматривалось получение повышенного объема оригинального материала, сохранение высоких посевных кондиций, исключение закладки питомников отбора растений в течение нескольких лет и снижение затрат труда и средств. В полевом опыте № 2 проводились исследования, предусматривающие оценку эффективности размножения различных репродукций семян, используемых в первичном семеноводстве (семена, полученные в питомнике отбора из типичных растений, оцененных по комплексу морфологических признаков и на волокнистость, а также в питомниках размножения первого и второго годов, маточной элиты первого года) при различных способах посева – широкорядном (22,5 см) и узкорядном (6,25 см). В эксперименте с использованием метода грунтового контроля проводилась оценка сортовой однородности созданных в различных вариантах опытов партий семян льна-долгунца. При этом от каждой созданной партии семян отбирался образец массой 5 г для посева в грунтовой контроле и оценки в последующем выращенных растений на типичность.

Размещение полевых экспериментов осуществлялось на дерново-подзолистой, слабокислой почве (рН 5,1–5,4), характеризующейся повышенным содержанием фосфора и средним калия. Размер учетной делянки в полевых опытах составил 10 м² при 5-кратном повторении. Опыты двухфакторные с систематическим расположением делянок. Исходная всхожесть посевных семян льна-долгунца соответствовала категории ОС (оригинальные семена) и составляла 93–95 %. Подготовку почвы, широкорядный, узкорядный посев и уборку льна-долгунца проводили в оптимальные агротехнические сроки. При оценке сортовой однородности созданных семян льна-долгунца посев в грунтовом контроле осуществляли квадратным способом 2,5 × 2,5 см. Статистическая обработка экспериментальных данных осуществлялась согласно методике полевого опыта [11].

Метеорологические условия (Тверская область, Торжокский район) вегетационного периода в 2013–2014 гг. в целом оказались благоприятными для роста и развития растений и формирования семян льна-долгунца. Гидротермический коэффициент составил в мае – августе 1,0–1,8 единиц. Гидротермический коэффициент во время вегетации в 2015 и 2016 гг., равный 0,6–2,9 единицам, свидетельствует о резкой контрастности метеоусловий и не совсем благоприятных условиях для роста и развития растений. В 2017 и 2018 гг. рост и развитие растений, формирование семенной части урожая происходили в относительно благоприятных метеоусловиях (гидротермический коэффициент 0,9–2,1 единицы).

Результаты и обсуждение. Создание обновленных (оригинальных) семян льна-долгунца является наиболее сложным и трудоемким этапом семеноводства культуры. Его осуществление связано со значительными затратами труда и средств и предусматривает длительное проведение работ. Кроме этого, высокая трудоемкость методов отбора, оценки растений, невысокий коэффициент размножения семян в первичном семеноводстве культуры не позволяют получать необходи-

мые объемы оригинального материала. Для сортов льна-долгунца с высоким уровнем сортовой однородности, доля которых превышает 90 %, разработаны менее трудоемкие методы создания и более эффективные приемы последующего воспроизводства обновленных семян в первичном семеноводстве, что позволило повысить эффективность использования их биологического потенциала особенно в экстремальных, в том числе засушливых условиях [12]. К этим сортам льна относятся выведенные в институте и включенные за последние пять лет в Госреестр селекционных достижений РФ высокопродуктивные, характеризующиеся устойчивостью к болезням, высоким адаптивным потенциалом сорта Цезарь, Универсал, Сурский, Александрит, Тонус, Визит, Надежда и Полет [13]. При создании некоторых из них использовался высокоадаптивный селекционный материал, полученный в результате оценки на устойчивость к стрессам, эдафическим факторам среды и болезням [14; 15; 16]. Особенностью разработанных способов создания семян льна-долгунца является исключение трудоемкой оценки растений по содержанию волокна в стебле, а также использование в процессе их последующего воспроизводства способов посева, обеспечивающих повышение коэффициента размножения семенного материала [17; 18; 19; 20].

Однако существующие способы создания обновленных (оригинальных) семян льна-долгунца не позволяет получать требуемое количество оригинального материала для устойчивого функционирования товарного семеноводства, ускоренного продвижения в производство новых сортов культуры [21].

Исследования показали, что метод создания партий семян льна-долгунца, основанный на проведении повторного воспроизводства (посева) семенного материала, полученного в процессе отбора типичных растений, по сравнению с действующим аналогом (без повторного размножения) не ухудшал морфологические признаки растений – общую высоту, техническую длину стебля, количество коро-

бочек на растении, а также обеспечивал сохранение необходимого уровня сортовой типичности, посевных качеств оригинального материала. Наибольшая эффективность усовершенствованного метода установлена при его сочетании с узкорядным способом посева семян (междурядье 6,25 см). По сравнению с ширококорядным посевом (междурядье 22,5 см) урожайность семян льна-долгунца при узкорядном посеве оказалась выше на 1,2 ц/га, или на 11,1 % (табл. 1). Наибольшее влияние на формирование урожая семян оказал способ посева, доля которого составила 58,6 %. Влияние метода создания семенного материала оказалось минимальным (15,0 %).

Таблица 1

Урожайность, посевные качества и морфофизиологические свойства обновленных семян льна-долгунца при различных способах их создания (среднее: 2014–2016 гг.)

Способ посева	Метод создания семян льна-долгунца, полученных при отборе типичных растений	Урожайность семян, ц/га	Всхожесть семян, %	Масса 1000 семян, г	Длина проростка семян, см	Масса 100 проростков семян (сила семян), г
Ширококорядный (междурядье 22,5 см)	Принятый	11,4	98	4,54	4,8	1,8
	Усовершенствованный	11,9	99	4,47	5,2	1,8
Узкорядный (междурядье 6,25 см)	Принятый	13,5	99	4,45	4,7	1,9
	Усовершенствованный	13,1	99	4,48	5,1	1,8
НСР ₀₅ , ц/га	0,9–1,3	-	-	-	-	-
	Не достоверно	-	-	-	-	-
Доля влияния факторов, %	Способ посева	58,6	-	-	-	-
	Репродукция посева	15,0	-	-	-	-
	Взаимодействие	26,4	-	-	-	-

Усовершенствованный метод создания обновленных семян льна-долгунца по сравнению с принятым аналогом не вызывал снижение посевных качеств, а также морфофизиологических свойств семенного материала – длины проростка

семени, массы 100 штук проростков (силы семян). Новый метод, по сравнению с принятым, не снижал однородность растений по высоте и содержанию волокна в стебле, характеризующим сортовое качество семенного материала. Оценка этого показателя методом грунтового контроля в 2015–2017 гг. показала, что коэффициент вариации по высоте растений с учетом способа посева изменялся в пределах от 2,0 до 3,3 % при 2,4 % в контроле (чем ниже значение, тем выше однородность). Коэффициент вариации по содержанию волокна в стебле при новом методе составил в ширококорядном и узкорядном посевах 4,0, 4,2 %, а при использовании принятого метода соответственно 5,0 и 5,6 %.

Применение метода создания партий семян льна-долгунца, основанного на повторном воспроизводстве (посеве) семенного материала полученного в процессе отбора типичных растений, по сравнению с принятым аналогом, позволяет получить повышенные объемы оригинального материала на начальном этапе первичного семеноводства сохранить при этом высокие посевные кондиции и увеличить тем самым выход семенного материала для последующего размножения в 4,6 раза. Полученные данные показали, что за счет закладки наибольшего количества произведенных семян в резервный фонд в течение четырех лет исключается закладка питомника отбора растений и отмечается значительное снижение затрат труда и средств.

С целью повышения эффективности использования биологического потенциала оригинальных семян льна-долгунца в первичном семеноводстве проведены также исследования, предусматривающие увеличение выхода семенного материала на основе совершенствования способов его посева. Исследования показали, что последовательное размножение оригинальных семян в течение четырех лет – до получения маточной элиты 2 года оказалось наиболее эффективным при посеве льна-долгунца узкорядным способом с междурядьем 6,25 см (табл. 2).

Таблица 2

Влияние способов и репродукций посева на урожайность и качество семян льна-долгунца в первичном семеноводстве (2013–2015 гг.)

Способ посева	Репродукция посева	Урожайность семян, ц/га	Всхожесть семян, %	Масса 1000 семян, г	Длина проростка семян, см	Масса 100 Проростков (сила семян), г
Широко-рядный (междурядье 22,5 см)	Питомник размножения семян 1-го года	9,8	99	4,50	7,3	2,7
	Питомник размножения семян 2-го года	10,6	99	4,56	7,6	2,8
	Питомник размножения маточной элиты 1-го года	10,3	99	4,51	6,5	2,5
	Питомник размножения маточной элиты 2-го года	9,7	99	4,54	6,7	2,8
Узкорядный (междурядье 6,25 см)	Питомник размножения семян 1-го года	12,6	99	4,44	6,1	2,6
	Питомник размножения семян 2-го года	12,8	99	4,60	6,9	3,1
	Питомник размножения маточной элиты 1-го года	13,0	99	4,55	6,7	2,7
	Питомник размножения маточной элиты 2-го года	12,7	99	4,49	6,9	2,7
НСР ₀₅ , ц/га	Способ посева	0,9				
	Репродукция посева	Не достоверно				
Доля влияния факторов, %	Способ посева	76,1				
	Репродукция посева	10,0				
	Взаимодействие	13,9				

При этом узкорядный способ посева (6,25 см) по сравнению с широкорядным (22,5 см) обеспечивал достоверное увеличение урожайности семян на 2,2–3,0 ц/га, или на 20,8–30,9 %, а также сохранение высоких посевных кондиций семенного материала (всхожесть 99 %, масса 1000 семян 4,44–4,60 г). В результате исследований не выявлена зависимость урожайности и посевных качеств семян льна от репродукций при обоих способах посева. Наибольшее влияние на формирование урожайности семян льна-долгунца оказывал способ посева, доля влияния которого составила 76,1 %. Кроме этого, не отмечено выраженной зависимости массы проростков (силы семян) от способов и

репродукций посева. В большинстве вариантов не проявилось влияния изучаемых приемов на длину проростка семян.

Исследования позволили установить практически равное влияние узкорядного (6,25 см) и широкорядного (22,5 см) способов посева льна-долгунца на однородность растений по высоте и содержанию волокна в стебле, определяющую сортовое качество созданных партий оригинальных семян (табл. 3). При этом коэффициент вариации по этому показателю при широкорядном способе посева изменялся в пределах 2,7–4,6 %, узкорядном – 3,1–4,6 %.

Таблица 3

Результаты оценки сортового качества созданных партий обновленных семян льна-долгунца методом грунтового контроля в зависимости от приемов размножения семенного материала (2016г.)

Способ посева	Репродукция посева	Общая высота растений, см	Содержание волокна в стебле, %	Коэффициент вариации, %	
				по высоте растений	по содержанию волокна
Широко-рядный (междурядье 22,5 см)	Питомник размножения семян 1-го года	93	31,5	3,5	2,7
	Питомник размножения семян 2-го года	88	30,4	2,7	2,6
	Питомник размножения маточной элиты 1-го года	92	32,4	3,1	4,5
	Питомник размножения маточной элиты 2-го года	91	32,5	4,6	4,5
Узкорядный (междурядье 6,25 см)	Питомник размножения семян 1-го года	90	32,1	3,5	5,0
	Питомник размножения семян 2-го года	93	32,2	3,1	4,7
	Питомник размножения маточной элиты 1-го года	91	32,4	4,6	4,5
	Питомник размножения маточной элиты 2-го года	91	32,5	3,5	4,5

Коэффициент вариации по содержанию волокна в стебле изменялся при широкорядном посеве в пределах 2,6–4,5 %, при узкорядном 4,5–5,0 %. Полученные данные свидетельствуют о наличии во всех вариантах эксперимента хорошей вырав-

ненности растений льна-долгунца по основным сортовым признакам.

Выводы. Таким образом, разработан менее трудоемкий метод создания партий обновленных (оригинальных) семян льна-долгунца (резервный фонд), основанный на повторном воспроизводстве семенного материала, полученного при отборе типичных растений. Исследования показали, что этот метод, по сравнению с принятым аналогом, не снижал сортовые и посевные качества, морфофизиологические свойства семян льна-долгунца. Наибольшая эффективность размножения семян, созданных с использованием данного метода, достигнута при узкорядном способе посева с междурядьем 6,25 см, который обеспечил прибавку урожая в размере 1,2 ц/га (11,1 %). Усовершенствованный метод в сочетании с узкорядным посевом (6,25 см) позволяет увеличить выход оригинальных семян в первичном семеноводстве в 4,6 раза, формировать резервный фонд оригинального материала, не закладывая питомник отбора растений в течение четырех лет, значительно снизить затраты труда и средств.

Размножение созданных семян льна-долгунца на всех этапах первичного семеноводства – до маточной элиты 2 года оказалось более эффективным при узкорядном способе их посева с междурядьем 6,25 см, который обеспечивал достоверное увеличение урожайности семенного материала по сравнению с широкорядным посевом (междурядье 22,5 см) на 2,2–3,0 ц/га, или 20,8–30,9 %, а также сохранение высоких посевных кондиций оригинального материала.

Список литературы

1. Понажев В.П., Медведева О.В. Достижения селекции и семеноводства для выращивания льна // Достижение науки и техники АПК. – 2015. – № 9. – С. 36–39.
2. Государственный реестр сельскохозяйственных достижений, допущенных к использованию. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 465 с.
3. Рожмина Т.А., Павлова Л.Н., Понажев В.П. Льняная отрасль на пути к возрождению // Защита и карантин растений. – 2018. – № 1. – С. 3–8.
4. Долгов Б.С., Ковалев В.Б. Методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом. – Торжок: Ржевская типография, 1978. – С. 5–64.
5. Понажев В.П., Янышина А.А., Павлова Л.Н. Методические указания по первичному семеноводству льна-долгунца. – Тверь: Тверской госуниверситет, 2010. – С. 5–51.
6. Янышина А.А. Методические указания по проведению сортового грунтового контроля льна-долгунца. – М.: Россельхозакадемия, 1999. – 14 с.
7. ГОСТ 12037-81. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения чистоты и отхода семян. Введ. 1981-04-09. – М.: Издательство стандартов, 1983. – 26 с.
8. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. Введ. 1984-12-19. – М.: Издательство стандартов, 1985. – 57 с.
9. ГОСТ 12042-80. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян. Введ. 1981-07-01. – М.: Издательство стандартов, 2011.
10. Янышина А.А. Способ определения всхожести семян льна-долгунца с учетом оценки степени развития проростка // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 6. – С. 57–58.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований); 5-е издание, дополн. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 35–138.
12. Figueirido N., Carranca C., Trindade H. Elevated carbon dioxide and temperature effects on rice yield leaf greenness and phenological stages duration // Paddy and Water Environment. – 2015. – Vol. 13. – Is. 4. – P. 313–324.
13. Понажев В.П., Янышина А.А., Медведева О.В. Высокоэффективные методы и приемы семеноводства льна-долгунца – основа ускоренного внедрения новых сортов // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2018. – Вып. 4. – С. 31–36.
14. A.A. Dmitriev, A.V. Kudryavtseva, G.S. Krasnov [et al.]. Gene expression profiling of flax (*Linum usitatissimum* L.) under edaphic stress // BMC Plant Biology. – 2016. – Vol. 16. – No 1. – P. 237. DOI 10.1186/s12870-016-0927-9.
15. A.A. Dmitriev, G.S. Krasnov, T.A. Rozhmina, [et al.]. Glutathione S-transferases and UDP-glycosyltransferases Are Involved in Response to Aluminum Stress in Flax // Front. Plant. Sci. – 21 December 2016. Doi.org/10.3389/fpls.2016.01920.
16. A.A. Dmitriev, G.S. Krasnov, T.A. Rozhmina [et al.]. Differential gene expression in response to *Fusarium oxysporum* infection in resistant and susceptible genotypes of flax (*Linum usitatissimum* L.), et al // BMC Plant Biol. – 2017, Dec. 28. – 17 (Suppl. 2). – P. 253. DOI 10.1186/s12870-017-1192-2
17. Понажев В.П., Павлова Л.Н., Рожмина Т.А. [и др.]. Селекция и первичное семеноводство

льна-долгунца: Методические указания. – Тверь: Тверской госуниверситет, 2014. – С. 70–119.

18. Поназhev В.П., Медведова О.В. Новые методы создания семян льна-долгунца в первичном семеноводстве // Научные разработки селекцентра – льноводству. Научное издание. – Тверь: Тверской госуниверситет, 2013. – С. 56–57.

19. Поназhev В.П., Янышина А.А. Усовершенствованный метод создания семян льна-долгунца // Научные разработки селекцентра – льноводству. Научное издание. – Тверь: Тверской госуниверситет, 2013. – С. 55–56.

20. Поназhev В.П., Медведова О.В. Эффективность узкорядного посева льна-долгунца в первичном семеноводстве // Усовершенствованные технологии в льноводстве. Научное издание. – Тверь: Тверской госуниверситет, 2016. – С. 13–14.

21. Перспективные методы отбора и усовершенствованные технологии в первичном семеноводстве. – Вологда: Вологодская типография, 2012. – С. 82–84.

References

1. Ponazhev V.P., Medvedeva O.V. Dostizheniya seleksii i semenovodstva dlya vyrashchivaniya l'na // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2015. – № 9. – S. 36–39.

2. Gosudarstvennyy reyestr sel'skokhozyaystvennykh dostizheniy, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. – M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2017. – 465 s.

3. Rozhmina T.A., Pavlova L.N., Ponazhev V.P. L'nyanaya otrasl' na puti k vozrozhdeniyu // Zashchita i karantin rasteniy. – 2018. – № 1. – S. 3–8.

4. Dolgov B.S., Kovalev V.B. Metodicheskiye ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov so l'nom-dolguntsoy. – Torzhok: Rzhevskaya tipografiya, 1978. – S. 5–64.

5. Ponazhev V.P., Yanyshina A.A., Pavlova L.N. Metodicheskiye ukazaniya po pervichnomu semenovodstvu l'na-dolguntsa. – Tver': Tverskoy gosuniversitet, 2010. – S. 5–51.

6. Yanyshina A.A. Metodicheskiye ukazaniya po provedeniyu sortovogo gruntovogo kontrolya l'na-dolguntsa. – M.: Rossel'khozakademiya, 1999. – 14 s.

7. GOST 12037-81. Semena sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Metody opredeleniya chistoty i otkhoda semyan. Vved. 1981-04-09. – M.: Izdatel'stvo standartov, 1983. – 26 s.

8. GOST 12038-84. Semena sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Metody opredeleniya vskhozhesti. Vved. 1984-12-19. – M.: Izdatel'stvo standartov, 1985. – 57 s.

9. GOST 12042-80. Semena sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Metody opredeleniya massy 1000 semyan. Vved. 1981-07-01. – M.: Izdatel'stvo standartov, 2011.

10. Yanyshina A.A. Sposob opredeleniya vskhozhesti semyan l'na-dolguntsa s uchetom otsenki stepeni razvitiya proroška // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2015. – T. 29. – № 6. – S. 57–58.

11. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy); 5-e izdaniye, dopoln. i pererab. – M.: Agropromizdat, 1985. – S. 35–138.

12. Figueirido N., Carranca C., Trindade H. Elevated carbon dioxide and temperature effects on rice yield leaf greenness and phenological stages duration // Paddy and Water Environment. – 2015. – Vol. 13. – Is. 4. – P. 313–324.

13. Ponazhev V.P., Yanyshina A.A., Medvedeva O.V. Vysokoeffektivnyye metody i priemy semenovodstva l'na-dolguntsa – osnova uskorennoy vnedreniya novykh sortov // Maslichnyye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2018. – Vyp. 4. – S. 31–36.

14. A.A. Dmitriev, A.V. Kudryavtseva, G.S. Krasnov [et al.]. Gene expression profiling of flax (*Linum usitatissimum* L.) under edaphic stress // BMC Plant Biology. – 2016. – Vol. 16. – No 1. – P. 237. DOI 10.1186/s12870-016-0927-9.

15. A.A. Dmitriev, G.S. Krasnov, T.A. Rozhmina, [et al.]. Glutathione S-transferases and UDP-glycosyltransferases Are Involved in Response to Aluminum Stress in Flax // Front. Plant. Sci. – 21 December 2016. DOI: 10.3389/fpls.2016.01920.

16. A.A. Dmitriev, G.S. Krasnov, T.A. Rozhmina [et al.]. Differential gene expression in response to *Fusarium oxysporum* infection in resistant and susceptible genotypes of flax (*Linum usitatissimum* L.) // BMC Plant Biol. – 2017, Dec. 28. – 17 (Suppl. 2). – P. 253. DOI 10.1186/s12870-017-1192-2

17. Ponazhev V.P., Pavlova L.N., Rozhmina T.A. [i dr.]. Seleksiya i pervichnoye semenovodstvo l'na-dolguntsa: Metodicheskiye ukazaniya. – Tver': Tverskoy gosuniversitet, 2014. – S. 70–119.

18. Ponazhev V.P., Medvedeva O.V. Novyye metody sozdaniya semyan l'na-dolguntsa v pervichnom semenovodstve // Nauchnyye razrabotki selektsentra – l'novodstvu. Nauchnoye izdaniye. – Tver': Tverskoy gosuniversitet, 2013. – S. 56–57.

19. Ponazhev V.P., Yanyshina A.A. Usovershenstvovannyi metod sozdaniya semyan l'na-dolguntsa // Nauchnyye razrabotki selektsentra – l'novodstvu. Nauchnoye izdaniye. – Tver': Tverskoy gosuniversitet, 2013. – S. 55–56.

20. Ponazhev V.P., Medvedeva O.V. Effektivnost' uzkoryadnogo poseva l'na-dolguntsa v pervichnom semenovodstve // Usovershenstvovannyye tekhnologii v l'novodstve. Nauchnoye izdaniye. – Tver': Tverskoy gosuniversitet, 2016. – S. 13–14.

21. Perspektivnyye metody otbora i usovershenstvovannyye tekhnologii v pervichnom semenovodstve. – Vologda: Vologodskaya tipografiya, 2012. – S. 82–84.

Получено: 19.03.2019 Принято: 30.09.2019

Received: 19.03.2019 Accepted: 30.04.2019