

Эффективность методов позитивного отбора исходного материала льна-долгунца в первичном семеноводстве

В. П. Понажев[✉], доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник,

Н. Н. Козьякова, научный сотрудник, аспирант,

ФГБНУ ФНЦ ЛК «Федеральный научный центр лубяных культур», 170041, РФ, Тверь, Комсомольский проспект, 17/56

[✉] info.trk@fncl.ru

Резюме. Научные исследования выполнены в лаборатории селекционных технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» в 2019–2023 гг. Цель исследований состояла в изучении эффективности методов позитивного отбора растений льна-долгунца при различных нормах высева семян в питомнике отбора. Эксперименты выполняли в соответствии с методиками по семеноводству, сортовому грунтовому контролю льна-долгунца. Позитивный отбор растений по общей длине в сочетании с нормой высева 800 шт/м² всхожих семян позволил получить наибольший выход обновленных семян, составивший на 15,3...38,0 % выше, чем в других вариантах. Метод позитивного отбора растений по сравнению с отбором по действующей методике обеспечил при высевах 600 и 800 шт/м² всхожих семян повышение энергии прорастания оригинального материала соответственно на 14 и 15 %, силы семян на 33,3 и 26,1 %. Этот метод отбора позволил обеспечить высокий индекс стабильности количественных и качественных показателей урожая по годам исследований, который, составил 0,92...0,99 единицы. Выявлено преимущественно высева семян с нормой 800 шт/м², позволившей по сравнению с принятой (600 шт/м²) достоверно увеличить выход оригинального материала, повысить силу семян. При проведении производственной проверки подтверждено преимущество позитивного отбора растений льна-долгунца по общей длине и повышенной нормы высева семян (800 шт/м²) в питомнике отбора, позволивших увеличить выход семенного материала соответственно на 26,1 и 19,4 %, а также обеспечить более высокий экономический эффект.

Ключевые слова: лен-долгунец, (*Linum usitatissimum*), растение, семена, метод, отбор, признак, стабильность.

Для цитирования: Понажев В. П., Козьякова Н. Н. Эффективность методов позитивного отбора исходного материала льна-долгунца в первичном семеноводстве // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. №3 (67). С. 66-74. doi:10.18286/1816-4501-2024-3-66-74

Efficiency of positive selection methods of flax seed material in primary seed production

V. P. Ponazhev[✉], N. N. Kozyakova

Federal Scientific Center of Bast Crops,

170041, Russian Federation, Tver, Komsomolsky Ave., 17/56

[✉] info.trk@fncl.ru

Abstract. Scientific research was carried out in the laboratory of breeding technologies of the Federal Scientific Center of Bast Crops in 2019–2023. The aim of the research was to study the effectiveness of positive selection methods for flax plants at different seeding amount in the selection nursery plot. The experiments were carried out in accordance with seed production methods, varietal soil control of flax. Positive selection of plants by total length in combination with a seeding amount of 800 pcs/m² of viable seeds allowed to obtain the highest yield of updated seeds, which was 15.3...38.0% higher than in other variants. The method of positive selection of plants, compared to selection according to the current methodology, provided increase in the germination energy of the original material by 14 and 15%, respectively, and seed strength by 33.3 and 26.1% at a seeding amount of 600 and 800 pcs/m² of viable seeds. This selection method allowed to ensure a high index of stability of quantitative and qualitative parameters of the harvest over the years of research, which amounted to 0.92...0,99 units. It was revealed that seeding amount of 800 pcs/m² allowed to reliably increase the yield of original material and increase the strength of seeds compared to the accepted amount (600 pcs/m²). During the production check, the advantage of positive selection of flax plants by total length and increased seeding amount (800 pcs/m²) was confirmed in the selection nursery plot, which enabled to increase the yield of seed material by 26.1 and 19.4%, respectively, and also to provide a higher economic effect.

Keywords: flax (*Linum usitatissimum*), plant, seeds, method, selection, feature, stability.

For citation: Ponazhev V. P., Kozyakova N. N. Efficiency of positive selection methods of flax seed material in primary seed production // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2024;3(67): 66-74 doi:10.18286/1816-4501-2024-3-66-74

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках Государственного задания Федерального научного центра лубяных культур FGSS – 2024 – 0005

Введение

Возможность производства необходимого объема посевных семян льна-долгунца, обеспечение ими льнопроизводящих хозяйств зависит от состояния первичного семеноводства, главной задачей которого является получение необходимого количества оригинальных семян высоких посевных и сортовых кондиций. Вместе с тем сложность, высокая трудоемкость и затратность методов отбора растений с целью создания обновленных (маточных) семян, низкий коэффициент их дальнейшего воспроизводства не позволяют достичь высокого выхода оригинального материала [1, 2]. Это обстоятельство препятствует получению требуемого объема посевного материала для репродукционного (большого) семеноводства, внедрению новых высокоурожайных сортов культуры, а также не способствует проведению устойчивого сортообновления [2, 3, 4]. В связи с этим доля сортов льна-долгунца, включенных в Госреестр селекционных достижений РФ и допущенных к возделыванию 15 лет назад и более составляет 53,5 %, а площади их посева в производственных условиях составляют 33,5 %. В то же время удельный вес новых сортов в Госреестре РФ составляет почти 40 % от общего числа, а в структуре посевов льна-долгунца он остается незначительным – 8,4 % [5, 6, 7]. Это стимулирует использование посевных семян льна-долгунца зарубежной селекции и способствует сохранению в посевах высокого удельного веса иностранных сортов.

Новые сорта отечественной селекции и прежде всего селекции ФГБНУ ФНЦ ЛК, созданные за последние годы, характеризуются высокой продуктивностью, высоким содержанием и качеством волокна, а также комплексной устойчивостью к болезням, полеганию и стрессовым факторам среды. По сравнению с зарубежными аналогами они раньше созревают и обладают высокой адаптивностью. При создании новых сортов льна-долгунца в качестве исходного материала использовались биоресурсы коллекции льна, а также генетический материал признаковой коллекции, полученный в результате его оценки на устойчивость к эдафическим факторам среды, стрессом и болезням [8, 9, 10]. Это обстоятельство во многом способствовало созданию новых селекционных достижений с высоким уровнем проявления хозяйственно-ценных признаков, а также устойчивых к засухе и повышенному температурному фону [11, 12].

При совершенствовании методов отбора исходного материала и создания семян в первичном семеноводстве льна-долгунца, как и многих других

культур, очень важно учитывать не только сортовые особенности, но и однородность сортовых признаков, определяющих выравненность растений по высоте, однородность по содержанию волокна в стебле. Под влиянием некоторых абиотических факторов, в том числе засухи, высокой температуры воздуха, однородность сортовых признаков и соответственно сортовое качество семян могут изменяться [12, 13]. По данным грунтового контроля все новые сорта льна-долгунца обладают высокой однородностью сортовых признаков, что позволяет осуществлять разработку менее сложных и менее трудоемких методов отбора растений в первичном семеноводстве при наименьших затратах труда и средств.

В процессе совершенствования методов представляется важным учитывать необходимость обеспечения высокой модификационной изменчивости признаков растений в посеве и как следствие достижение при отборе исходного материала более высокого уровня типичности. Такая возможность достигается за счет увеличения нормы высева семян в питомнике отбора и создания тем самым более загущенного стеблестоя, что повышает конкурентоспособность среди растений и улучшает тем самым условия для их тестирования. Наряду с этим очень важным является исследование при отборе ранее не применявшихся признаков исходных растений льна-долгунца, обеспечивающих высокий эффект тестирования.

Цель исследований – изучение эффективности методов позитивного отбора растений льна-долгунца при различных нормах высева семян в питомнике отбора исходного материала.

Материалы и методы

Исследования выполняли на опытном поле и в лаборатории селекционно-семеноводческих технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» в 2019–2023 гг. Предметом изучения являлись полученные в процессе отбора типичные растения льна-долгунца нового среднеспелого сорта Визит, включенного в Госреестр селекционных достижений РФ. Объект исследований – процесс отбора и тестирования растений по соответствующим признакам с последующим получением обновленных семян льна-долгунца и проведением оценки их сортового качества. Полевые опыты и лабораторные исследования выполняли согласно действующим методикам (Янышина А.А. Сортовой грунтовой контроль льна-долгунца // Методические указания. М.: Типография Россельхозакадемии. 1999. 21с., Янышина А. А., Фомина М. А. Состояние сортовых качеств оригинальных семян льна -

долгунца в первичном семеноводстве научно - исследовательских учреждений Российской Федерации // *Владимирский земледелец*. 2019. № 3. С. 32 – 35. doi: 10.24411/2225-2584-2019-10078., Павлова Л. Н., Рожмина Т. А. Селекция и первичное семеноводство льна-долгунца // *Методические указания. Тверь. Тверской госуниверситет*. 2014. С. 92-94., Доспехов. Б.А. *Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)*. Монография. : Альянс. 2011. 295 с.). Закладку питомников отбора осуществляли с использованием посева семенного материала ленточным двухстрочным способом (7,5×45 см). Площадь посева питомников отбора в полевом эксперименте составляла 20 м², а при проведении проверки в производственных условиях – 250 м².

Позитивный отбор растений по общей длине (название признака определено стандартом) осуществлялся в интервале типичности $\pm 10\%$ от среднего её значения, которые были отнесены к типичным. Позитивный отбор по цветению проводился в интервале от начала до окончания полного цветения растений, т. е. по действующей методике, которые использовались как типичные. Норма высева всхожих семян льна-долгунца в питомниках отбора составляла 600 и 800 штук на м², оценку однородности растений общей по длине, содержанию волокна в стеблях, определение коэффициента вариации признаков осуществляли методом грунтового контроля [14]. Посев семян в грунтовой контроле проводили квадратным способом (2,5×2,5 см). Глубина заделки семян – 1 см.

Посевные кондиции семян льна-долгунца оценивали в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52325-2005. Всхожесть посевных семян соответствовала категориям оригинальных семян и составляла 93...94 %. Почва в местах закладки полевых экспериментов – дерново-подзолистая среднесуглинистая, хорошо окультуренная и характеризовалась следующими показателями: РН kcl – 5,0...5,3; P₂ O₅ – 211...292 мг/кг; K₂ O – 128...143 мг/кг. Реакцию почвенного раствора (кислотность почвы) определяли ионометрическим методом, содержание подвижных форм фосфора и калия в пахотном слое – методом Кирсанова.

Посев семян, уход за посевами в течение вегетации и уборку льна-долгунца в полевых экспериментах проводили в оптимальные агротехнические сроки. Агротехника при проведении полевых опытов – общепринятая. Термины и определения использовали согласно ГОСТ Р 52784-2007 (*Национальный стандарт Российской Федерации. ГОСТ Р 52784-2007. Лен-долгунец. Термины и определения*. 2008. 7 с.).

Статистическую обработку полученных в опыте результатов, включая определение индекса, характеризующего уровень стабильности (варьирования) полученных данных (показателей) по годам

исследований, осуществляли согласно методике полевого опыта.

Метеорологические условия во время проведения исследований отличались выраженной изменчивостью. Вегетационный период 2019 г. характеризовался повышенным количеством выпавших осадков при среднесуточной температуре воздуха, близкой к норме (ГТК – 1,8). В 2020 г. в течение вегетации выпало избыточное количество осадков при среднесуточной температуре воздуха на 0,2°С ниже нормы (ГТК – 2,2). Вегетационный период 2021 г. характеризовался выраженной засушливостью (ГТК – 1,1). Близким к оптимальным условиям роста и развития растений в полевых экспериментах оказался 2019 г., в котором гидротермический коэффициент (ГТК), определяемый значением 1,8 единицы почти соответствовал оптимальному, равному 1,6 единицы.

Таким образом, годы постановки и проведения исследований в значительной мере различались между собой по метеоусловиям. Это обстоятельство отразилось на росте и развитии растений, формировании у них соответствующих признаков, оказало влияние на эффективность исследований.

Результаты

При проведении исследований помимо результативности оценивалась возможность минимизации негативного эффекта, возникающего от изменения метеоусловий и соответственно выходных показателей в изучаемых вариантах по годам. Данное обстоятельство оказывает влияние на точность обобщенных экспериментальных данных, полученных в опыте.

Исследованиями изучена эффективность метода отбора при различных нормах высева семян по общей длине растений льна-долгунца, определяемая количественным значением, полученным в интервале $\pm 10\%$ от среднеарифметического показателя.

Установлено, что выход обновленных семян льна-долгунца в немалой степени определялся количеством полученных типичных растений (табл. 1).

Выявлено также, что при высеве 800 шт/м² всхожих семян преимущество позитивного отбора по общей длине растений по сравнению с отбором их по цветению наблюдалось во все годы исследований, которое сопровождалось увеличением выхода семян. Наибольшее увеличение выходного количества семян при отборе по общей длине растений отмечалось в 2021 г. (26,8 %). В этом же году значительная прибавка выходного количества семян от данного метода получена и при норме высева 600 шт/м², составившая 30,0 %. В среднем за годы исследований наибольший выход семян льна-долгунца обеспечил позитивный отбор по общей длине растений в сочетании с высевом 800 шт/м² всхожих семян, который оказался на 15,3...38,0 % больше, чем в других вариантах эксперимента.

Высокая эффективность данного метода отбора на фоне повышенной нормы высева семян сопряжена с наличием высокого индекса стабильности (изменения) выхода семенного материала по годам исследований, составившего 0,92 единицы (значение 1,0 единицы указывает на отсутствие изменений по годам). Это обстоятельство указывает определенным образом на точность и достоверность полученных экспериментальных данных.

Исследуемые методы отбора растений льна-долгунца оказали влияние на энергию прорастания полученного оригинального материала. Позитивный отбор растений по общей длине по сравнению с проведением его по цветению растений, то есть в интервале от начала до окончания полного цветения повышал энергию прорастания обновленных семян при обеих нормах высева на 14...15 % (табл. 2).

Таблица 1. Влияние методов отбора растений льна-долгунца на формирование выходного количества обновленных семян

Норма высева всхожих семян в питомнике отбора, шт/м ²	Метод отбора исходного материала	Среднее количество растений после оценки на типичность, шт/м ²	Выход (масса) обновленных семян, г/м ²				Индекс оценки стабильности (изменения) выхода семян по годам, ед.
			2019 г. (ГТК – 1,8)	2020 г. (ГТК – 2,2)	2021 г. (ГТК – 1,1)	Среднее: 2019-2021 гг.	
600	позитивный отбор растений в интервале от начала до окончания полного цветения	92	71,2	90,7	48,0	70,0	0,79
	позитивный отбор растений по общей длине в интервале $\pm 10\%$ от средней	130	64,6	72,0	62,4	66,5	0,93
800	позитивный отбор растений в интервале от начала до окончания полного цветения	127	86,8	89,1	62,8	79,6	0,86
	позитивный отбор растений по общей длине в интервале $\pm 10\%$ от средней	200	102,8	93,0	79,6	91,8	0,92
НСР ₀₅	норма высева семян		9,1	9,7	7,8	8,9	
	метод отбора исходного материала		8,3	8,9	7,0	8,1	

Методы отбора исходного материала льна-долгунца, а также нормы высева семян оказали незначительное влияние на формирование массы 1000 семян, которая изменялась в пределах от 4,90 до 5,02 г. Индекс стабильности (изменения) данного показателя, как и всхожести семян (0,94...0,99 ед.) указывает на незначительное их варьирование во всех вариантах эксперимента по годам исследований. Вместе с тем индекс стабильности энергии прорастания семян в вариантах с отбором растений в интервале от начала до окончания полного

цветения, отмеченной значением 0,63...0,67 единицы свидетельствует о выраженной изменчивости данного качественного показателя. Это указывает на значительную зависимость его от условий вегетации в различные годы. В то же время при отборе растений по общей длине энергия прорастания семян имела слабо выраженную зависимость от условий года, на что указывает высокий уровень стабильности данного показателя в отличие от варианта, где отбор осуществлялся в соответствующем интервале цветения.

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)

Изучение морфофизиологических свойств созданных семян льна-долгунца показало наличие

определенных различий между вариантами эксперимента по длине проростка семени (табл. 3).

Таблица 2. Качество обновленных семян льна-долгунца при различных методах отбора растений и нормах высева семян (среднее: 2019–2021 гг.)

Норма высева всхожих семян в питомнике отбора, шт/м ²	Метод отбора исходного материала	Энергия прорастания семян, %	Всхожесть семян, %	Масса 1000 семян, г	Индекс оценки стабильности (изменения) показателя по годам, ед.		
					энергия прорастания семян	всхожесть семян	масса 1000 семян
600	позитивный отбор растений в интервале от начала до окончания полного цветения	75	97	4,93	0,63	0,97	0,94
	позитивный отбор растений по общей длине в интервале $\pm 10\%$ от средней	89	96	4,94	0,92	0,98	0,96
800	позитивный отбор растений в интервале от начала до окончания полного цветения	76	96	4,90	0,67	0,98	0,94
	позитивный отбор растений по общей длине в интервале $\pm 10\%$ от средней	91	96	5,02	0,93	0,99	0,96

Таблица 3. Длина проростка семени льна-долгунца в зависимости от методов отбора растений и норм высева семян

Норма высева всхожих семян в питомнике отбора, шт/м ²	Метод отбора исходного материала	Длина проростка семени, см				Индекс оценки стабильности (изменения) показателя по годам, ед.
		2019 г. (ГТК – 1,8)	2020 г. (ГТК – 2,2)	2021 г. (ГТК – 1,1)	Среднее: 2019–2021 гг.	
600	позитивный отбор растений в интервале от начала до окончания полного цветения	4,8	6,3	4,0	5,0	0,83
	позитивный отбор растений по общей длине в интервале $\pm 10\%$ от средней	5,4	6,0	7,5	6,3	0,88
800	позитивный отбор растений в интервале от начала до окончания полного цветения	6,3	5,7	5,6	5,9	0,94
	позитивный отбор растений по общей длине в интервале $\pm 10\%$ от средней	5,8	5,0	6,3	5,8	0,93

В среднем за годы исследований позитивный отбор растений по общей длине по сравнению с отбором по цветению значительно, или на 26,1 % увеличивал длину проростка семени только при норме высева 600 шт/м² всхожих семян. При другой, повышенной норме (800 шт/м²) этого не наблюдалось. Метод отбора растений по общей длине оказывал влияние на индекс изменения длины проростка семени по годам исследований только на фоне высева 600 шт/м² всхожих семян, о чем свидетельствует его

величина, равная 0,88 единицы. При всех методах отбора исходного материала увеличение нормы высева семян с 600 до 800 шт/м² повышало значение индекса стабильности длины проростка семени по годам проведения эксперимента.

Другой показатель морфофизиологических свойств семян, полученных из типичных растений, – сила семян формировался под влиянием на него методов отбора исходного материала (табл. 4).

Таблица 4. Сила семян льна-долгунца при различных методах отбора растений и нормах высева семян

Норма высева всхожих семян в питомнике отбора, шт/м ²	Метод отбора исходного материала	Масса 100 проростков семян – сила семян, г				Индекс оценки стабильности (изменения) показателя по годам, ед.
		2019 г. (ГТК – 1,8)	2020 г. (ГТК – 2,2)	2021 г. (ГТК – 1,1)	Среднее: 2019-2021 гг.	
600	позитивный отбор растений в интервале от начала до окончания полного цветения	2,1	3,2	1,4	2,1	0,73
	позитивный отбор растений по общей длине в интервале ± 10 % от средней	2,3	3,6	2,6	2,8	0,80
800	позитивный отбор растений в интервале от начала до окончания полного цветения	2,4	2,3	2,6	2,3	0,93
	позитивный отбор растений по общей длине в интервале ± 10 % от средней	2,6	3,2	2,8	2,9	0,92

В среднем за годы исследований отбор растений льна-долгунца по общей длине по сравнению с отбором по цветению повышал силу семян, определяемую показателем – масса 100 проростков, на 33,3 % при высева 600 шт/м² всхожих семян и на 26,1 % в варианте с нормой 800 шт/м². Наибольшее значение силы семян отмечено при отборе растений по общей длине в сочетании с высевом 800 шт/м² всхожих семян (2,9 г).

Метод отбора исходного материала в меньшей степени, чем норма высева семян влиял на индекс стабильности силы семян по годам. При повышении нормы высева семян с 600 до 800 шт/м² индекс увеличивался с 0,73...0,80 до 0,92...0,93 единицы, что указывает на уменьшение интервала варьирования силы семян по годам исследований.

Исследования показали, что в среднем за годы исследований позитивный отбор растений по общей длине по сравнению с отбором в интервале от начала до окончания полного цветения увеличивал массу 1 см проростка при всех нормах высева семян (табл. 5).

Значительное влияние данного метода по сравнению с отбором по цветению на этот показатель проявилось при норме высева 800 шт/м² всхожих семян, отмеченное увеличением массы 1 см проростка семени на 24,3 %. Наибольший эффект от применения метода отбора растений по общей длине выявлен в 2020 году, отмеченный увеличением массы 1 см проростка на 60,0 %.

Исследования показали, что индекс стабильности массы 1 см проростка семени по годам

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)

изменялся от 0,70 до 0,94 единицы, что указывает на значительную его зависимость от методов отбора, норм высева семян.

Результаты грунтового контроля, позволяющие оценить сортовое качество созданных семян льна-долгунца, показали, что в среднем за годы исследований при обоих методах отбора сформировались растения с хорошей выравненностью по общей длине (коэффициент вариации 4,4...4,9 ед.) и

содержанию волокна в стебле (коэффициент вариации 3,9...4,5 ед.).

Проверка позитивного отбора растений льна-долгунца по общей длине, а также повышенной нормы высева семян (800 шт/м²) в производственных условиях подтвердила их более высокую эффективность, отмеченную в полевом эксперименте (табл. 6).

Таблица 5. Масса 1 см проростка семени льна-долгунца в вариантах с различными методами отбора растений и нормами высева семенного материала

Норма высева всхожих семян в питомнике отбора, шт/м ²	Метод отбора исходного материала	Масса 1 см проростка семени, мг				Индекс оценки стабильности (изменения) показателя по годам, ед.
		2019 г. (ГТК – 1,8)	2020 г. (ГТК – 2,2)	2021 г. (ГТК – 1,1)	Среднее: 2019-2021 гг.	
600	позитивный отбор растений в интервале от начала до окончания полного цветения	4,3	5,0	3,5	4,3	0,87
	позитивный отбор растений по общей длине в интервале $\pm 10\%$ от средней	4,3	6,0	3,5	4,6	0,70
800	позитивный отбор растений в интервале от начала до окончания полного цветения	3,8	4,0	4,6	4,1	0,93
	позитивный отбор растений по общей длине в интервале $\pm 10\%$ от средней	4,5	6,4	4,5	5,1	0,84

Таблица 6. Эффективность методов отбора растений льна-долгунца и норм высева семян в условиях производственного опыта

Наименование показателей	Метод отбора растений (2022 г.)		Норма высева всхожих семян в питомнике отбора (2023 г.)	
	в интервале от начала до окончания полного цветения, контроль	по общей длине в интервале $\pm 10\%$ от средней	600 шт/м ² , контроль	800 шт/м ²
Выход (урожайность) обновленных семян, кг	6,9	8,7	7,2	8,6
Энергия прорастания семян, %	80	93	99	99
Всхожесть семян, %	97	99	99	99
Масса 1000 семян, г	4,97	4,98	4,88	4,60
Затраты труда и средств, тыс. руб.	84,0	64,5	11,0	35,5
Чистый доход, тыс. руб.	105,7	137,7	13,7	41,9

Представленные данные показывают, что позитивный отбор растений по общей длине по сравнению с контролем повышал выход семян на 26,1 %, энергию прорастания семян на 13 %. Применение повышенной нормы высева семян (800 шт/м²) при закладке питомника отбора растений обеспечило увеличение выходного количества семян по сравнению с контрольным вариантом на 19,4 % и получение семенного материала с высокими посевными кондициями. В производственном опыте метод отбора растений и норма высева семян обеспечивали получение более высокой доходности по сравнению с контрольными вариантами.

Обсуждение

Решение проблемы увеличения урожайности и повышения качества продукции льна-долгунца во многом зависит от состояния семеноводства и в значительной степени от эффективности начального этапа – первичного семеноводства. Характерными особенностями первичного семеноводства являются сложность и высокая трудоемкость методов отбора растений, создания и последующего воспроизводства обновленных семян культуры [1, 2, 3]. Это не позволяет обеспечить получение требуемого количества оригинальных и репродукционных семян, не способствует ускоренному внедрению селекционных достижений в условиях интенсивного земледелия [4, 5, 6].

Эффективным решением существующей проблемы может являться совершенствование приемов первичного семеноводства, основанных на применении более совершенных методов отбора растений льна-долгунца с целью создания повышенных объемов обновленных семян высоких посевных и сортовых кондиций и направленных на снижение издержек, ускоренное воспроизводство в последующем оригинального материала прежде всего новых высокопродуктивных сортов.

Выполненные исследования позволили установить высокую эффективность позитивного отбора растений льна-долгунца в питомнике заложенного с повышенной нормой высева всхожих семян (800 шт/м²). Это позволило получить наибольший выход (урожай) обновленных семян, который оказался на 15,3...38,0 % выше, чем в других вариантах эксперимента. Данный метод позитивного отбора по сравнению с отбором по действующей методике при

обеих нормах высева обеспечил повышение энергии прорастания и силы семян, высокий индекс стабильности количественных и качественных показателей урожая по годам исследований (0,92...0,99 ед.).

Результатами производственной проверки подтверждено преимущество позитивного отбора растений по общей длине и повышенной нормы высева семян при закладке питомника отбора исходного материала, которые обеспечили увеличение выходного объема семян по сравнению с контрольными вариантами соответственно на 26,1 и 19,4 %, и более высокий экономический эффект.

Заключение

В результате исследований выявлена высокая эффективность позитивного отбора растений льна-долгунца по общей длине при высева в питомнике отбора 800 шт/м² всхожих семян, обеспечившего получение наибольшего выхода семян, увеличение выхода оригинального материала по сравнению с другими вариантами на 15,3...38,0 %, повышение посевных качеств и важнейшего показателя морфофизиологических свойств – силы семян, а также достижение высокого индекса стабильности количественных и качественных показателей урожая по годам исследований, составившего 0,92...0,99 единицы. При проведении производственной проверки подтверждено преимущество позитивного отбора растений по общей длине, выявленное в полевом эксперименте. Полученный эффект отмечен увеличением выхода семян на 26,1 %, повышением энергии прорастания на 13 %. Преимущество повышенной нормы высева всхожих семян в питомнике отбора (800 шт/м²) по сравнению с принятой (600 шт/м²) отмечено при обоих методах отбора исходного материала и подтверждено увеличением выхода обновленного материала на 13,7...38,0 %, повышением силы семян, а также повышением индекса стабильности этого качественного показателя по годам исследований на 0,12...0,20 единицы. Эффективность повышенной нормы высева всхожих семян льна-долгунца (800 шт/м²) подтверждена в условиях производственного опыта. В результате применения данной нормы высева семян в питомнике отбора по сравнению с принятой (600 шт/м²) выход обновленных семян увеличился на 19,4 %, доход от полученной прибавки урожая – на 18,0 %.

Литература

- Новиков Э. В., Басова Н. В., Безбабченко А. В. Лубяные культуры России и за рубежом: состояние. Проблемы и перспективы развития // Технические культуры. 2021. № 1. С. 30 – 40. doi: 10.54016/svitok. 2021.1.1.005.
- Рожмина Т. А., Павлова Л. Н. Льняная отрасль на пути к возрождению // Защита и карантин растений. 2018. № 1. С. 3-8.
- Рожмина Т. А. Возрождение льняной отрасли России: состояние и перспективы // Вестник текстильлегпрома. 2018. № 51. С. 55-57.
- Ван Монсвельт Е. Д., Тимирбекова С. К. Органическое сельское хозяйство: принципы, опыт и перспективы // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т.53. №3. С.478-486. doi: 10.15389/agrobiology.2017.3.478rus.
- Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Москва: ФГБНУ Росинформагротех. 2023. 496 с.

6. Понажев В. П., Виноградова Е. Г. Развитие селекции и семеноводства льна-долгунца – важнейший ресурс повышения эффективности льноводства России // Технические культуры. 2022. №1. С. 30-39. doi:1054016/ svitok. 2022.71.55.004.

7. Гончаров С. В., Карпачев В. В. О механизме извлечения ценности при коммерциализации селекционных достижений // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2019. № 2. С. 28 - 33. doi: 10.30850/vrsn/2019/2/28-33.

8. Пакудин В. В., Лопатин Л. М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. 1984. № 4. С. 109-113.

9. Пролетова Н. В. Биотехнологические методы – инструмент для создания новых генотипов льна, устойчивых к антракнозу // Аграрный вестник Верхневолжья. 2020. № 3. С. 31 – 36. doi: 10.35523/2307-5872-2020-32-3-31-36.

10. MIR319, MIR390, and MIR393 are involved in aluminum response in flax (*Linum usitatissimum* M. L.) / A.A. Dmitriev, A.V. Kudryavtseva, N.L. Bolsheva, et al. // Bio Med Research International. 2017. URL: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2017/4975146/> (дата обращения: 08.02.2021). doi: 10.1155/2017/4975146.

11. Caser M., C Lovisolo C., Scariot V. The influence of water stress on growth ecophysiology and ornamental quality of potted *Primula vulgaris* Heidy plants. New insights to increase water use efficiency in plant production // Plant Growth Regulation. 2017. Vol. 83. P. 361-373. doi: 10.1007/s10725-017-0301-4.

12. Виноградова Т. А., Кудряшова Т. А., Козьякова Н. Н. Характеристика сортов льна-долгунца различной селекции по комплексу признаков технологической ценности льносырья // Достижения науки и техники АПК. 2021. Том. 35. № 5. С. 33-39. doi: 10.24411/0235-2451-2021-10505.

13. Янышина А.А. Динамика размножения сортовой примеси в семенах льна-долгунца в процессе репродуцирования их в питомниках первичного семеноводства // Вестник аграрной науки. 2019. № 2. С. 54-59. doi: 10.15217/issn2587-666X.2019.2.54.

14. Янышина А. А. Павлова Л. Н., Фомина М. А. Однородность основных сортов признаков новых селекционных номеров и сортов льна-долгунца // Аграрный Вестник Верхневолжья. 2019. № 3. С. 29-33. doi: 10.35523/2307-5872-2019-28-3-29-33.

References.

1. Novikov E. V., Basova N. V., Bezbabchenko A. V. Bast crops in Russia and abroad: status. Problems and development prospects // Technical crops. 2021. No. 1. P. 30 – 40. doi: 10.54016/svitok. 2021.1.1.005.

2. Rozhmina T. A., Pavlova L. N. Flax industry on the way to revival // Plant protection and quarantine. 2018. No. 1. P. 3-8.

3. Rozhmina T. A. Revival of the flax industry in Russia: status and prospects // Textile industry Vestnik. 2018. No. 51. P. 55-57.

4. Van Monsvelt E.D., Timirbekova S.K. Organic agriculture: principles, experience and prospects // Agricultural biology. 2017. Vol.53. No.3. P.478-486. doi: 10.15389/agrobiol.2017.3.478rus

5. State register of selection achievements approved for use. Moscow: FSBSI Rosinformagrotech. 2023. 496 p.

6. Ponazhev V.P., Vinogradova E.G. Development of selection and seed production of fiber flax is the most important resource for increasing the efficiency of flax growing in Russia // Technical cultures. 2022. No.1. P. 30-39. doi:1054016/svitok. 2022.71.55.004

7. Goncharov S. V., Karpachev V. V. On the mechanism of value extraction in the commercialization of breeding achievements // Vestnik of the Russian Agricultural Science. 2019. No. 2. P. 28 - 33. doi: 10.30850/vrsn/2019/2/28-33

8. Pakudin V. V., Lopatin L. M. Assessment of ecological plasticity and stability of agricultural crop varieties // Agricultural Biology. 1984. No. 4. P. 109-113.

9. Proletova N. V. Biotechnological methods - a tool for creating new flax genotypes resistant to anthracnose // Agrarian Vestnik of the Upper Volga Region. 2020. No. 3. P. 31 – 36. doi: 10.35523/2307-5872-2020-32-3-31-36

10. MIR319, MIR390, and MIR393 are involved in aluminum response in flax (*Linum usitatissimum* M. L.) / A.A. Dmitriev, A.V. Kudryavtseva, N.L. Bolsheva, et al. // Bio Med Research International. 2017. URL: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2017/4975146/> (access date: 08.02.2021). doi: 10.1155/2017/4975146

11. Caser M., C Lovisolo C., Scariot V. The influence of water stress on growth ecophysiology and ornamental quality of potted *Primula vulgaris* Heidy plants. New insights to increase water use efficiency in plant production // Plant Growth Regulation. 2017. Vol. 83. P. 361-373. doi: 10.1007/s10725-017-0301-4

12. Vinogradova T. A., Kudryashova T. A., Kozyakova N. N. Characteristics of flax varieties of different selection based on a set of traits of technological value of flax raw materials // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2021. Vol. 35. No. 5. P. 33-39. doi: 10.24411/0235-2451-2021-10505

13. Yanyshina A.A. Dynamics of reproduction of varietal admixture in fiber flax seeds during their reproduction in primary seed nurseries // Vestnik of Agrarian Science. 2019. No. 2. P. 54-59. doi: 10.15217/issn2587-666X.2019.2.54

14. Yanyshina A.A. Pavlova L.N., Fomina M.A. Homogeneity of the Main Varieties of Traits of New Breeding Numbers and Varieties of Fiber Flax // Agrarian Vestnik of the Upper Volga Region. 2019. No. 3. P. 29-33. doi: 10.35523/2307-5872-2019-28-3-29-33