

**СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ/PLANT BREEDING, SEED PRODUCTION AND BIOTECHNOLOGY**DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.68.8>

EDN: YRPGTP

ОСОБЕННОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГИБРИДИЗАЦИИ ЛЬНА ОБЫКНОВЕННОГО (*LINUM USITATISSIMUM* L.) В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

Научная статья

Кушанова Р.Ж.^{1,*}, Дидоренко С.В.², Альдеков А.Н.³, Кисетова Э.М.⁴, Андрамбаева Н.С.⁵¹ORCID : 0000-0001-6003-9298;²ORCID : 0000-0002-2223-0718;³ORCID : 0000-0001-7119-4808;⁴ORCID : 0009-0002-1688-486X;⁵ORCID : 0000-0003-2831-3466;^{1, 2, 3, 4, 5}Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства, Алматы, Казахстан

* Корреспондирующий автор (kizkushanova22[at]mail.ru)

Аннотация

В статье представлены результаты исследования (2024–2025) особенностей опыления и результативности гибридизации льна обыкновенного (*Linum usitatissimum* L.) в условиях юго-востока Казахстана. Целью работы являлась оценка влияния биотических и абиотических факторов, а также применения изоляции цветков на эффективность гибридизационного процесса. Объектами исследований служили сорта *ВНИИМК 620* и *Карабалыкский 7*. В период массового цветения проводились фенологические наблюдения, учёт метеорологических показателей и анализ посещаемости цветков насекомыми-опылителями. Установлено, что медоносные пчёлы (*Apis mellifera* L.) посещали исключительно раскрытые цветки с лепестками, тогда как кастрированные цветки не представляли для них привлекательности, что снижало вероятность энтомофильного переноса пыльцы. Погодные условия в период гибридизации характеризовались умеренно тёплым температурным режимом и слабой ветровой активностью, ограничивающей дальний перенос пыльцы ветром. Экспериментально показано, что процент завязываемости гибридных коробочек зависел преимущественно от направления скрещивания и слабо изменялся при отказе от изоляции цветков. Отсутствие завязываемости в контрольном варианте без опыления и изоляции подтвердило эффективность методики кастрации и исключило влияние случайного переопыления. Полученные результаты обосновывают возможность упрощения технологии гибридизации льна за счёт отказа от изоляции цветков, что повышает производительность селекционных работ без снижения их результативности.

Ключевые слова: лен масличный (*Linum usitatissimum* L.), гибридизация, кастрация, опыление, цветение, изоляция.

FEATURES AND EFFECTIVENESS OF HYBRIDIZATION OF COMMON FLAX (*LINUM USITATISSIMUM* L.) IN THE SOUTHEAST OF KAZAKHSTAN

Research article

Kushanova R.Z.^{1,*}, Didorenko S.V.², Aldekov A.N.³, Kisetova E.M.⁴, Andrambaeva N.S.⁵¹ORCID : 0000-0001-6003-9298;²ORCID : 0000-0002-2223-0718;³ORCID : 0000-0001-7119-4808;⁴ORCID : 0009-0002-1688-486X;⁵ORCID : 0000-0003-2831-3466;^{1, 2, 3, 4, 5}Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant growing, Almaty, Kazakhstan

* Corresponding author (kizkushanova22[at]mail.ru)

Abstract

The article presents the results (2024–2025) of a study of the characteristics of pollination and the effectiveness of hybridization of common flax (*Linum usitatissimum* L.) in southeastern Kazakhstan. The aim of the study was to assess the influence of biotic and abiotic factors, as well as the use of flower isolation, on the effectiveness of the hybridization process. The objects of study were the varieties *VNIIMK 620* and *Karabalyk 7*. During the period of mass flowering, phenological observations were made, meteorological indicators were recorded, and the visitation of flowers by pollinating insects was analyzed. It was found that honey bees (*Apis mellifera* L.) visited only open flowers with petals, while castrated flowers were not attractive to them, which reduced the likelihood of entomophilous pollen transfer. Weather conditions during the hybridization period were characterized by moderately warm temperatures and weak wind activity, which limited long-distance pollen transfer by wind. Experiments showed that the percentage of hybrid capsule setting depended mainly on the direction of crossing and changed slightly when flower isolation was not used. The absence of setting in the control variant without pollination and isolation confirmed the effectiveness of the castration technique and ruled out the influence of accidental cross-pollination. The results obtained justify the possibility of simplifying the technology of flax hybridization by abandoning flower isolation, which increases the productivity of breeding work without reducing its results.

Keywords: oil flax (*Linum usitatissimum* L.), hybridization, emasculation, pollination, flowering, isolation.



Введение

Лен масличный (*Linum usitatissimum* L.) относится к одной из древних культур. Первые ареалы этой культуры приходятся на горные районы Индии, Китая и Средиземноморья. Лен в мировом земледелии занимает порядка 3,5 млн га. При этом более 3 млн га приходится на лен масличный, выращиваемый главным образом для получения семян и льняного масла. Ведущую роль в его производстве играют Россия, Казахстан, Канада, Китай, США и Индия, на долю которых совокупно приходится свыше 85% мирового объема [1]. В семенах льна содержится около 40–53% жира, который представлен полиненасыщенными кислотами — альфа-линоленовой (56%) и линолевой (16%), мононенасыщенными — олеиновой (21%) и эйкозановой (0,1%); насыщенные — пальмитиновая (5%), стеариновая (1,6%) и арахидовая (0,1%) [2].

В сельском хозяйстве производство льна подразделено на три группы: лен масличный (*Linum usitatissimum* var. *oleiferum*); лен-долгунец (*Linum usitatissimum* var. *Elongata*) — технического направления; лен межеемок (*Linum usitatissimum* var. *Intermedia*) — масличного и технического использования. Лен квалифицируется как автогамное растение (самоопылитель). В то же время имеется перекрестное опыление насекомыми (энтомофильного) или ветром (аэрофильного) от 1% до 5% [3].

До сих пор внутривидовая гибридизация является основным методом получения разнообразия форм для дальнейшего селекционного отбора. Сам процесс гибридизации сельскохозяйственных культур разнообразен в плане самоопыляющихся и перекрестных культур, что влияет на дальнейшую результативность селекционной работы. Особенности цветения и опыления у льна является неотъемлемой частью при проведении скрещиваний [4], [5], [6].

Цветок льна правильной формы, обоеполюй, состоит из свободных 5 чашелистиков, 5 лепестков, 5 тычинок (часто с наличием стаминодиев) и сросшихся 5 плодolistиков. При ясной погоде и освещенности цветки льна раскрываются в 5–6 часов утра и находятся в таком состоянии примерно до полудня. В пасмурную погоду цветение затягивается на 3–4 часа позже (в 9–10 часов утра) и продолжается вплоть до вечера. Начало цветения приходится на диапазон от 30 до 60 дней от всходов в зависимости от сорта и погодных условий. Продолжительность полного периода цветения около 15–25 дней. Каждый отдельный цветок льна живет только один день, раскрываясь утром и отцветая к полудню [7], [8].

З.Н. Бородич (1940) установил, что цветение льна начинается примерно в 6.30 утра, а кастрацию целесообразно проводить за день до цветения. Эта техника широко используется в России по настоящее время.

Влияние погодных условий на динамику цветения имеет большое значение. Так, в Кустанайской и Калининской областях установили, что низкие температуры (менее 15 °С) задерживают оплодотворение на несколько часов. Жаркая и сухая погода ускоряет цветение, а холодная, наоборот, замедляет. На Украине наиболее благоприятной для скрещивания температурой является 19–21 °С, а ниже 13 °С оплодотворение неэффективно. Сходная динамика цветения наблюдается в Великобритании. А в Португалии рекомендовано проводить посев, чтобы период кастрации и опыления не попали под высокие температуры [9], [10].

А.Д. Симагин установил, что через 20–30 минут после попадания пыльцы на рыльце пестика, она начинает прорастать, а через 2 часа от момента опыления пыльцевые трубки достигают конца столбика и на весь процесс оплодотворения уходит от 4 часов 30 минут до 7 часов с момента попадания пыльцы на рыльце [11].

По мнению селекционеров льна, в связи с тем, что есть опыление насекомыми и ветром, для получения чистоты гибридов необходимо проводить изоляцию в момент опыления и до конца процесса завязывания. В качестве изоляции используют следующий прием: закрытие цветка или соцветия изолирующими материалами (использование мешочков до и после опыления) [12].

В Казахстане селекционной работой по льну занимаются четыре научно-исследовательских учреждения: Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция, Сельскохозяйственная опытная станция «Заречное», Научно-производственный центр им. А.И. Бараева и Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства. Если три первых института расположены на севере республики, то ТОО «КазНИИЗиР» локализован в Алматинской области (юго-восток Казахстана).

Целью исследования было изучить способы гибридизации льна, в частности вопросы необходимости изоляции в условиях Алматинской области (юго-востока Казахстана).

Материалы и методы

Опыты заложены на полевых участках лаборатории масличных культур ТОО «КазНИИЗиР», расположенных в Алматинской области юго-востока Казахстана. Резко континентальный климат зоны характеризуется повышенными летними температурами, ограниченным количеством осадков и низкой влажностью воздуха. Температурный фон в период вегетации льна был выше среднееголетних показателей на 4,4–4,8 °С, а выпадение осадков за три месяца было в дефиците на 143,8 мм от среднееголетних норм (табл. 1).

Таблица 1 - Показатели температуры и уровня выпадения осадков (средние) в сравнении со среднееголетними данными

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.68.8.1>

Месяц	Температура, °С			Осадки, мм		
	Факт	Среднееголетнее	Отклонение	Факт	Среднееголетнее	Отклонение
Апрель	+15,7	+10,9	+4,8	57,2	110,6	-53,4
Май	+20,8	+16,3	+4,5	50,4	98,0	-47,6

Месяц	Температура, °С			Осадки, мм		
	Факт	Среднего летнее	Отклонение	Факт	Среднего летнее	Отклонение
Июнь	+25,6	+21,2	+4,4	17,1	59,9	-42,8

Высокие температуры и малые осадки в период вегетации негативно сказывались на росте и развитии образцов льна.

В качестве родительских форм для гибридизации использовали сорт российской селекции *ВНИИМК 620* и сорт Казахстанской селекции *Карабалыкский 7*.

ВНИИМК 620 – сорт высокопродуктивный, среднеспелый, масличного направления. Вегетационный период — 78–83 дня, урожайность до 25 ц/га, масличность семян до 50%. Устойчив к фузариозу, биотическим и абиотическим факторам среды. Районирован по областям Российской Федерации (Северо-Кавказская, Средне- и Нижневолжская).

Карабалыкский 7 — сорт среднеспелый, засухоустойчивый, масличный (до 45,9%), вегетационный период 75–95 дней (среднеспелый), урожайность 16–21 ц/га, устойчивый к фузариозу. Районирован северных областях Казахстана (Костанайская).

У обоих сортов схожие морфологические признаки генеративных органов: лепестки — голубые, венчик и пыльники — фиолетовые, семена — коричневые.

Посев родительских форм был проведен 2 апреля семярядковой сеялкой СФК — 7, между рядами льна был высеван сафлор, сформировав так называемые кулисы (рис. 1).



Рисунок 1 - Расположение одной родительской формы в условиях полевого стационара

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.68.8.2>

Гибридизацию проводили на полевом стационаре в комбинациях — *Карабалыкский 7* x *ВНИИМК 620* и *ВНИИМК 620* x *Карабалыкский 7*.

Кастрацию проводили с 15:00 до 18:00 за день до цветения, следующим утром проводили опыление с 07:00 до 09:00 (рис. 2). Для маркировки гибридного цветка использовали красную нить, которая подвязывалась в процессе кастрации.

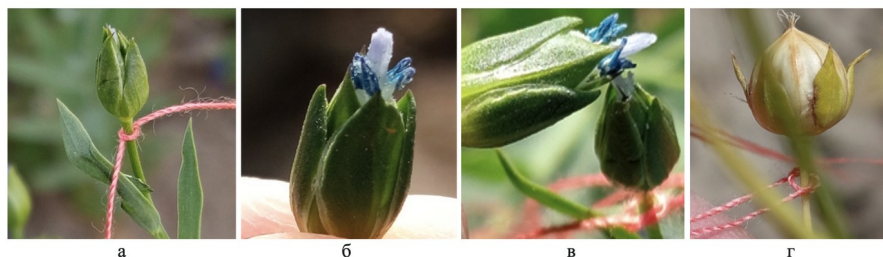


Рисунок 2 - Процесс проведения гибридизации:

а – кастрированный материнский цветок; б – отцовский цветок с раскрывшимися пыльниками; в – опыление; г – коробочка с гибридными семенами

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.68.8.3>

Опыт заключался в вариациях с изоляцией (рис. 3):

- 1) кастрация / опыление / без изоляции (рис. 3а);
- 2) кастрация / опыление / с изоляцией (рис. 3б);

3) кастрация/ без опыления/без изоляции (контрольный вариант) (рис. 3в).



Рисунок 3 - Варианты опыта при гибридизации:
 а – без изоляции; б – с изоляцией; в – без кастрации и без изоляции и опыления (контроль)
 DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.68.8.4>

Результаты и обсуждения

Начало цветения у сортов *ВНИИМК 620* и *Карабалыкский 7* было отмечено 20–25 мая. В период массового цветения льна на раскрытых цветках были зафиксированы особи обыкновенной медоносной пчелы (*Apis mellifera* L.) (рис. 4).



Рисунок 4 - Медоносная пчела (*Apis mellifera* L.) на цветке льна
 DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.68.8.5>

При этом было отмечено, что пчёлы посещали исключительно раскрытые цветки с ярко окрашенными лепестками венчика. В связи с этим было выдвинуто предположение, что кастрированные цветки, лишённые лепестков, вероятнее всего, не представляют привлекательности для пчёл, что, в свою очередь, практически исключает возможность переноса пыльцы на такие цветки энтомофильным путём.

В период с 25 по 31 мая погодные условия характеризовались устойчиво тёплой и относительно благоприятной для цветения льна обстановкой. Среднесуточная температура воздуха варьировала от 16,0 до 21,0 °С, при максимальных значениях до 27,6 °С и минимальных — не ниже 10,0 °С. Осадков в указанный период практически не отмечено, что способствовало сохранению стабильного температурного режима. Относительная влажность воздуха находилась в пределах 49–57%, что соответствует умеренно сухим условиям. Ветровой режим был слабым: скорость ветра в основном не превышала 1,1–1,5 м/с. Преобладали ветры северных и северо-восточных румбов (С, СВ, ССЗ, СЗ). Низкая скорость ветра указывает на слабую аэродинамическую активность атмосферы. Такие условия ограничивают дальний перенос пыльцы ветром и способствуют локальному опылению. В целом, погодные условия периода можно охарактеризовать как спокойные, с минимальным влиянием ветра на процессы опыления (табл. 2).

Таблица 2 - Детализация погодных условий в период проведения гибридизации льна в мае

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.68.8.6>

Число	Температура воздуха			Осадки, мм	Влажность, %	Ветер	
	Среднесуточное	max	min			Направление	м/с
25	21,0	27,6	13,0	-	54	С	1,1
26	18,2	22,0	12,2	1,5	51	С	2,2
27	16,4	20,1	11,8	-	49	С	0,8
28	16,0	20,9	10,0	-	49	С	0,9
29	19,2	25,5	11,5	-	55	СЗ	1,1
30	18,1	22,2	11,8	-	54	ССЗ	1,1
31	19,3	23,9	15,1	-	57	СВ	1,1

При полном созревании растений осуществляли отдельный сбор материнских форм по комбинациям скрещивания и вариантам опыта, после чего проводили подсчёт и определяли процент завязываемости у полученных линий (рис. 5, табл. 3).

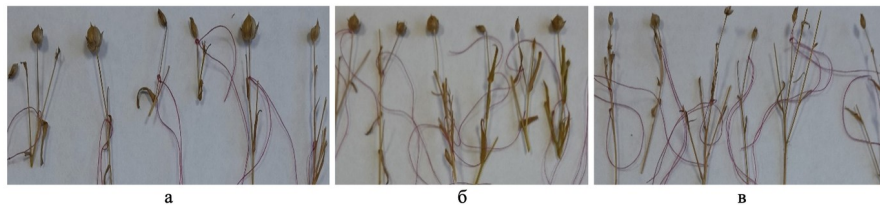


Рисунок 5 - Завязываемость гибридных коробочек при разных способах гибридизации:

а – с изоляцией; б – без изоляции; в – без опыления и изоляции

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.68.8.7>

Анализ данных показывает, что процент завязываемости существенно зависит от направления скрещивания и условий проведения опыления. В комбинации *Карабалькская 7* × *ВНИИМК 620* при наличии изоляции завязываемость составила 43,9%, тогда как без изоляции данный показатель практически не изменился и достиг 43,5%. Это свидетельствует о незначительном влиянии внешних факторов опыления на формирование завязей при данном направлении скрещивания. В обратной комбинации *ВНИИМК 620* × *Карабалькская 7* процент завязываемости оказался заметно выше: 67,5% при изоляции и 55,0% без изоляции. Таким образом, использование сорта *ВНИИМК 620* в качестве материнской формы обеспечивало более высокую эффективность оплодотворения (табл. 3).



Таблица 3 - Показатели результативности процесса гибридизации при разных вариантах изоляции

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.68.8.8>

Комбинация скрещивания	С изоляцией				Без изоляции				Без опыления / без изоляции (контроль)			
	Опылено цветков, шт	Завязалось коробочек, шт	Количество семян, шт	% завязываемости	Опылено цветков, шт	Завязалось коробочек, шт	Количество семян, шт	% завязываемости	Опылено цветков, шт	Завязалось коробочек, шт	Количество семян, шт	% завязываемости
Карабалькская 7 х ВНИИМК 620	41	18	71	43,9	39	17	70	43,5	40	0	0	0,0
ВНИИМК 620 х Карабалькская 7	40	27	82	67,5	40	22	121	55,0	40	0	0	0,0



Сравнение вариантов с изоляцией и без изоляции показывает, что снятие изоляции в обеих комбинациях сопровождалось некоторым снижением завязываемости, однако характер этого снижения был более выражен во второй комбинации. Количество семян в завязавшихся коробочках также варьировало в зависимости от направления скрещивания и условий, достигая максимальных значений в комбинации *ВНИИМК 620 × Карабалыкская 7* без изоляции.

Особого внимания заслуживает контрольный вариант без опыления и без изоляции, в котором в обеих комбинациях не было сформировано ни одной коробочки и, соответственно, семян. Нулевая завязываемость в контроле однозначно указывает на отсутствие самопроизвольного образования семян без целенаправленного опыления. Это подтверждает эффективность применённой методики кастрации цветков и исключает влияние случайного переопыления. В целом полученные данные демонстрируют решающую роль направления скрещивания и контролируемого опыления в формировании завязей у льна.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что отказ от изоляции цветков позволяет существенно сократить трудоёмкость и продолжительность проведения гибридизации без снижения её результативности. Отсутствие завязываемости в контрольном варианте подтверждает, что перенос чужеродной пыльцы при неиспользовании изоляции не происходит. Таким образом, исключение этапа изоляции не оказывает негативного влияния на чистоту скрещиваний. В то же время упрощение методики повышает производительность селекционных работ. Это позволяет выполнить больший объём скрещиваний за тот же временной период и повышает общую эффективность гибридизационного процесса.

Обсуждение

Пыльца льна крупнее и тяжелее, чем у многих строго ветроопыляемых растений, и её способность к дальнему переносу ветром более ограничена по сравнению, например, с пыльцой берёзы или злаков, которые благодаря меньшему размеру могут переноситься далеко. В условиях реального поля при естественном ветровом движении пыльца льна в подавляющем большинстве случаев опадает в пределах 0–20 м от источника [16]. В 2015–2017 гг. в ФГБНУ ВНИИМК (Краснодар) проведённые исследования по частоте перекрёстного опыления местных сортов льна с коричневой и жёлтой окраской семян показали, что доля перекрёстного опыления идет в пределах 0,15–0,87%, в отдельных случаях до 1,33–1,75% [13], [14].

Канадские исследователи A.D. Muir и W.D. Westcott (2005), полагали, что перекрёстное ветроопыление у культурного льна является редким событием из-за того, что пыльца льна очень тяжёлая и нелетучая [15]. По данным О.И. Рыжеевой (1967), в климатических условиях Киргизии перекрёстное ветроопыление кастрированных цветков льна под сетчатыми изоляторами было незначительным и составляло менее 2% [14]. Однако на Карабалыкской опытной станции (Северный Казахстан) процент анемофильного опыления льна показал 4,0–12,2%. Большое значение для анемофильного переноса льняной пыльцы имеет расстояние переноса и скорость ветра. В таких случаях необходимо посевы проводить на отдельных, не смежных полях [16].

Заключение

В результате проведённых исследований установлено, что условия цветения льна в рассматриваемые периоды характеризовались благоприятным температурным режимом и слабым ветровым воздействием, что ограничивало как анемофильное, так и энтомофильное перекрёстное опыление. Посещение цветков медоносными пчёлами отмечалось исключительно на интактных цветках с лепестками, что указывает на низкую вероятность переноса пыльцы на кастрированные цветки. Экспериментальные данные показали, что процент завязываемости гибридных коробочек в вариантах без изоляции был сопоставим с вариантом с изоляцией и в значительной степени определялся направлением скрещивания. Полное отсутствие завязываемости в контрольном варианте без опыления и изоляции подтвердило эффективность методики кастрации и исключило влияние случайного переопыления. В целом отказ от изоляции цветков можно рассматривать как методически обоснованный приём, позволяющий повысить производительность гибридизационных работ без снижения их результативности и генетической чистоты получаемых гибридов.

Финансирование

Работа выполнена в рамках Программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства республики Казахстан по бюджетной программе BR 22885857 «Создание и внедрение в производство высокопродуктивных сортов и гибридов масличных, крупяных культур, с целью обеспечения продовольственной безопасности Казахстана» — 2024–2026 гг.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Funding

The work was carried out within the framework of Program-targeted financing of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan under the budget program BR 22885857 «Creation and introduction of high-yielding varieties and hybrids of oilseeds, cereals crops, in order to ensure food security of Kazakhstan» — 2024–2026.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.



Список литературы / References

1. Didorenko S.V. Current Status of Oilseed Crops in the Republic of Kazakhstan (Review) / S.V. Didorenko, R.Zh. Kassenov, E.M. Kisetova [et al.] // OCL – Oilseeds and fats, Crops and Lipids. — 2025. — Vol. 32. — 14 p. — DOI: 10.1051/ocl/2025012.
2. Рябенко Л.Г. Сорт масличного льна Нилин / Л.Г. Рябенко, В.С. Зеленцов, Л.Р. Овчарова [и др.] // Масличные культуры. — 2015. — № 4 (164). — С. 143–144.
3. Jhala A.J. Pollen-Mediated Gene Flow in Flax (*Linum usitatissimum* L.): Can Genetically Engineered and Organic Flax Coexist? / A.J. Jhala, H. Bhatt, K. Topinka [et al.] // Heredity. — 2011. — Vol. 106. — № 4. — P. 557–566. — DOI: 10.1038/hdy.2010.81.
4. Лукомец В.М. Методы селекции сои и льна / В.М. Лукомец, С.В. Зеленцов // Вестник российской сельскохозяйственной науки. — 2019. — № 2. — С. 19–23. — DOI: 10.30850/vrsn/2019/2/19-23.
5. Брач Н.Б. Внутривидовое разнообразие льна (*Linum usitatissimum* L.) и его использование в генетических исследованиях и селекции : дис. ... д-ра биол. наук : 03.02.07 / Н.Б. Брач. — Санкт-Петербург, 2007. — 382 с.
6. Jhala A.J. Potential Hybridization of Flax with Weedy and Wild Relatives: An Avenue for Movement of Engineered Genes / A.J. Jhala, L.M. Hall, J.C. Hall // Crop Science. — 2008. — Vol. 48. — № 3. — P. 825–840. — DOI: 10.2135/cropsci2007.09.0497.
7. Schewe L.C. Ontogeny of Floral Organs in Flax (*Linum usitatissimum*; Linaceae) / L.C. Schewe // American Journal of Botany. — 2011. — Vol. 98. — № 7. — P. 1077–1085. — DOI: 10.3732/ajb.1000431.
8. Growing Flax: Production, Management and Diagnostic Guide // Flax Council of Canada. — 2013. — 62 p. — URL: https://www.flaxcouncil.ca/quadrant/media/files/pdfs/150101_FCOC-growers-guide-v11.pdf (accessed: 19.01.2026).
9. Williams I.H. The Pollination of Linseed / I.H. Williams // Acta Horticulturae. — 1991. — № 288. — P. 234–238. — DOI: 10.17660/ActaHortic.1991.288.34.
10. Брач Н.Б. Изучение динамики цветения льна в условиях юга Португалии / Н.Б. Брач // Масличные культуры. — 2005. — № 2 (133). — С. 69–75.
11. Симагин А.Д. Биологические особенности цветения и опыления у льна обыкновенного (*Linum usitatissimum* L.) / А.Д. Симагин, О.Е. Ханбабаева, Я.Ю. Голиванов [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. — 2023. — № 6 (132). — DOI: 10.23670/IRJ.2023.132.54.
12. Горлова Л.А. Морфология цветка и особенности опыления сортов рапса озимого и ярового селекции ВНИИМК / Л.А. Горлова // Масличные культуры. — 2025. — № 4 (204). — С. 31–36. — DOI: 10.25230/2412-608X-2025-4-204-31-36.
13. Зеленцов С.В. Оценка вклада анемофильного переноса пыльцы в генетическое засорение сортов масличного льна / С.В. Зеленцов, В.И. Олейник, Л.Г. Рябенко // Масличные культуры. — 2019. — № 2 (178). — С. 3–8. — DOI: 10.25230/2412-608X-2019-2-178-3-8.
14. Зеленцов С.В. Типы и способы естественного опыления льна обыкновенного *Linum usitatissimum* L. / С.В. Зеленцов, Е.В. Мошненко, Л.Г. Рябенко [и др.] // Масличные культуры. — 2018. — № 1 (173). — С. 105–111. — DOI: 10.25230/2412-608X-2018-1-173-105-113.
15. Muir A.D. Flax: The Genus *Linum* / A.D. Muir, N.D. Westcott. — CRC Press, 2003. — DOI: 10.1201/9780203437506.
16. Бойцова В.П. К биологии цветения льна в Кустанайской области / В.П. Бойцова // Вестник сельскохозяйственной науки Министерства сельского хозяйства Казахской ССР. — 1964. — № 7. — С. 125–127.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Didorenko S.V. Current Status of Oilseed Crops in the Republic of Kazakhstan (Review) / S.V. Didorenko, R.Zh. Kassenov, E.M. Kisetova [et al.] // OCL – Oilseeds and fats, Crops and Lipids. — 2025. — Vol. 32. — 14 p. — DOI: 10.1051/ocl/2025012.
2. Ryabenko L.G. Sort maslichnogo lna Nilin [A Variety of Oil Flax Nilin] / L.G. Ryabenko, V.S. Zelentsov, L.R. Ovcharova [et al.] // Maslichnye kul'tury [Oil Crops]. — 2015. — № 4 (164). — P. 143–144. [in Russian]
3. Jhala A.J. Pollen-Mediated Gene Flow in Flax (*Linum usitatissimum* L.): Can Genetically Engineered and Organic Flax Coexist? / A.J. Jhala, H. Bhatt, K. Topinka [et al.] // Heredity. — 2011. — Vol. 106. — № 4. — P. 557–566. — DOI: 10.1038/hdy.2010.81.
4. Lukomets V.M. Metody selektsii soi i lna [Soybean and Flax Selection Methods] / V.M. Lukomets, S.V. Zelentsov // Vestnik rossijskoj sel'skokhozyajstvennoj nauki [Vestnik of the Russian Agricultural Science]. — 2019. — № 2. — P. 19–23. — DOI: 10.30850/vrsn/2019/2/19-23. [in Russian]
5. Brach N.B. Vnutrividovoe raznoobrazie l'na (*Linum usitatissimum* L.) i ego ispol'zovanie v geneticheskikh issledovaniyakh i selektsii [Intraspecific Diversity of Flax (*Linum usitatissimum* L.) and Its Use in Genetic Research and Breeding] : dis. ... of Grand PhD in Biological Sciences : 03.02.07 / N.B. Brach. — Saint Petersburg, 2007. — 382 p. [in Russian]
6. Jhala A.J. Potential Hybridization of Flax with Weedy and Wild Relatives: An Avenue for Movement of Engineered Genes / A.J. Jhala, L.M. Hall, J.C. Hall // Crop Science. — 2008. — Vol. 48. — № 3. — P. 825–840. — DOI: 10.2135/cropsci2007.09.0497.
7. Schewe L.C. Ontogeny of Floral Organs in Flax (*Linum usitatissimum*; Linaceae) / L.C. Schewe // American Journal of Botany. — 2011. — Vol. 98. — № 7. — P. 1077–1085. — DOI: 10.3732/ajb.1000431.



8. Growing Flax: Production, Management and Diagnostic Guide // Flax Council of Canada. — 2013. — 62 p. — URL: https://www.flaxcouncil.ca/quadrant/media/files/pdfs/150101_FCOC-growers-guide-v11.pdf (accessed: 19.01.2026).
9. Williams I.H. The Pollination of Linseed / I.H. Williams // Acta Horticulturae. — 1991. — № 288. — P. 234–238. — DOI: 10.17660/ActaHortic.1991.288.34.
10. Brach N.B. Izuchenie dinamiki tsveteniya l'na v usloviyakh yuga Portugalii [Studying of Dynamics of Oil Flax Flowering in South Portuguese Conditions] / N.B. Brach // Maslichnye kul'tury [Oil Crops]. — 2005. — № 2 (133). — P. 69–75. [in Russian]
11. Simagin A.D. Biologicheskie osobennosti tsveteniya i opyleniya u l'na obyknovennogo (*Linum usitatissimum* L.) [Biological Specifics of Blooming and Pollination in Common Flax (*Linum usitatissimum* L.)] / A.D. Simagin, O.E. Khanbabaeva, Y.Y. Golivanov [et al.] // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal]. — 2023. — № 6 (132). — DOI: 10.23670/IRJ.2023.132.54. [in Russian]
12. Gorlova L.A. Morfologiya tsvetka i osobennosti opyleniya sortov rapsa ozimogo i yarovogo selektsii VNIIMK [Flower Morphology and Pollination Features of Winter and Spring Rapeseed Varieties Bred by VNIIMK] / L.A. Gorlova // Maslichnye kul'tury [Oil Crops]. — 2025. — № 4 (204). — P. 31–36. — DOI: 10.25230/2412-608X-2025-4-204-31-36. [in Russian]
13. Zelentsov S.V. Otsenka vklada anemofil'nogo perenosa pyl'tsy v geneticheskoe zasorenie sortov maslichnogo l'na [Evaluation of the Contribution of Anemophilic Pollen Transfer to Genetic Contamination of Oil Flax Varieties] / S.V. Zelentsov, V.I. Oleynik, L.G. Ryabenko // Maslichnye kul'tury [Oil Crops]. — 2019. — № 2 (178). — P. 3–8. — DOI: 10.25230/2412-608X-2019-2-178-3-8. [in Russian]
14. Zelentsov S.V. Tipy i sposoby estestvennogo opyleniya l'na obyknovennogo *Linum usitatissimum* L. [The Types and Methods of Natural Pollination of Flax *Linum usitatissimum* L.] / S.V. Zelentsov, E.V. Moshnenko, L.G. Ryabenko [et al.] // Maslichnye kul'tury [Oil Crops]. — 2018. — № 1 (173). — P. 105–111. — DOI: 10.25230/2412-608X-2018-1-173-105-113. [in Russian]
15. Muir A.D. Flax: The Genus *Linum* / A.D. Muir, N.D. Westcott. — CRC Press, 2003. — DOI: 10.1201/9780203437506.
16. Boitsova V.P. K biologii tsveteniya l'na v Kustanajskoj oblasti [On the Biology of Flax Flowering in the Kustanai Region] / V.P. Boitsova // Vestnik sel'skokhozyajstvennoj nauki Ministerstva sel'skogo khozyajstva Kazakhskoj SSR [Bulletin of Agricultural Science of the Ministry of Agriculture of the Kazakh SSR]. — 1964. — № 7. — P. 125–127. [in Russian]