

СОЗДАНИЕ НЕОСЫПАЮЩИХСЯ ЛИНИЙ СОИ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

С.В. Дидоренко, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-2223-0718

И. Сагит, ORCID ID: 0000-0001-8138-8243

Ж.Б. Абилдаева, ORCID ID: 0000-0001-7898-0887

Р.Ж. Касенов, ORCID ID: 0000-0002-1816-6434

А.М. Далибаева, ORCID ID: 0000-0002-4262-3957

ТОО «КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И
РАСТЕНИЕВОДСТВА», РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

E-mail: svetl_did@mail.ru

*Осыпание семян зернобобовых культур при созревании приводит к значительным потерям его урожайности. Потери увеличиваются при резких переменах от дождливой к жаркой, сухой погоде. Растрескивание бобов варьирует в широких пределах и потери урожая могут достигать 100%. Возделывание устойчивых к растрескиванию генотипов в иных климатических условиях часто приводит к потере этой устойчивости. Одним из направлений селекционной работы возможно создание неосыпающихся сортов сои. Морфолого-анатомическим признаком неосыпающихся сортов может служить наличие глазка на рубчике семени, образующегося вследствие плотного срастания створок боба и семяножки. Привлечение в качестве доноров неосыпаемости отечественных сортов Алматы, Зара и сорта украинской селекции Одесская 150 позволили расширить линейный материал с этим признаком в селекционных питомниках. За 2006-2021 годы получена 151 гибридная комбинация с участием этих материнских линий. В контрольном питомнике 2021 года из 38 номеров насчитывается 14 с наличием глазка на рубчике с диапазоном урожайности 27,0-50,0 ц/га. В питомнике конкурсного сортоиспытания из 29 номеров – 3 с глазком (ИТ 24/2, ИТ 24/4 – Зара*Черемош; И-23/7 – Зара*Корсак) с диапазоном урожайности 27,1-54,2 ц/га. При удачном подборе компонентов скрещивания, направленном отборе, возможно создание высокоурожайных сортов сои с неосыпающимися семенами.*

Ключевые слова: соя, семена, семяножка, рубчик, неосыпаемость, продуктивность.

Для цитирования: Дидоренко С.В., Сагит И., Абилдаева Ж.Б., Касенов Р.Ж., Далибаева А.М. Создание неосыпающихся линий сои в условиях юго-востока Казахстана. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 1(41):21-29. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-21-29

CREATION OF NON-SHATTERING SOYBEAN LINES OF THE SOUTH-EAST OF KAZAKHSTAN

S.V. Didorenko, I. Sagit, J.B. Abildaeva, R.Zh. Kassenov, A.M. Dalibaeva

E-mail: svetl_did@mail.ru

LLP «KAZAKH RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE AND PLANT GROWING»,
REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Abstract: *Seeds dropping of leguminous crops during ripening leads to significant losses of its yield. Losses increase with sudden changes from rainy to hot, dry weather. Bean cracking varies widely and yield losses can be as high as 100%. Cultivation of genotypes resistant to cracking in*

*different climatic conditions often leads to the loss of this resistance. One of the areas of breeding work is possible to create non- dropping varieties of soybeans. The morphological and anatomical sign of non- dropping varieties can be the presence of an eye on the seed scar, which is formed as a result of dense accretion of the bean and funicle. Involvement of domestic varieties Almaty, Zara and varieties of Ukrainian selection Odessa 150 as donors of non- dropping allowed expanding the linear material with this trait in breeding nurseries. Between 2006 and 2021, 151 hybrid combinations were obtained with the participation of these maternal lines. In the control nursery of 2021, out of 38 numbers, there are 14 with an eye on the hilum with a yield range of 27.0-50.0 c/ha. In the nursery of competitive variety testing out of 29 numbers - 3 with an eye (IT 24/2, IT 24/4 - Zara*Cheremosh; I-23/7 - Zara*Korsak) with a yield range of 27.1-54.2 c/ha.*

Keywords: soybeans, seeds, funicle, scar, non-dropping, productivity.

Введение

Созревание плодов, как и цветение у зернобобовых культур неравномерное, вначале созревают нижние бобы, затем постепенно процесс распространяется на верхние узлы. У многих видов плоды после созревания растрескиваются [1].

Преждевременное вскрытие бобов является важным фактором потерь урожая сои [2]. В зависимости от сорта, происхождения и условий года растрескиваемость бобов варьирует в широких пределах. Периодическое увлажнение и высыхание бобов, низкая относительная влажность воздуха, что особенно часто наблюдается в условиях орошения, усиливают растрескиваемость бобов, которая иногда приводит к почти полной потере урожая от осыпания семян.

На современном этапе селекционный процесс немислим без постоянного учета и контроля растрескиваемости бобов после созревания на всех этапах создания сорта. Наиболее склонны к растрескиванию дикорастущие и малокультурные формы сои. Очень скороспелые сорта северных широт более склонны к сильному растрескиванию бобов при посеве на юге. Также склонны к растрескиванию бобов сорта с крупными шароподобными семенами, с растянутым периодом созревания и большим количеством семян в бобе [3].

У нута и люпина белого бобы не растрескиваются. Выведены сорта фасоли, чины, сои, люпина желтого и узколистного со слабой растрескиваемостью бобов [1]. Однако, возделывание устойчивых к растрескиванию генотипов в иных климатических условиях часто приводит к потере этой устойчивости.

Существенному прорыву в селекции гороха посевного (*Pisum sativum* L.) на устойчивость к осыпанию способствовало использование мутантного признака срастания семяножки с семенной оболочкой [4, 5]. Неосыпаемость семян гороха обусловлена прочным срастанием семяножки с кожурой семени. Семена прикрепляются к створке боба с помощью семяножки, называемой фуникулусом. Неосыпающиеся сорта гороха имеют ряд принципиальных отличий в фуникулусе и характере его связи с семенем. Прочное соединение семяножки с горошиной объясняется округлой формой поперечного среза, большим диаметром проводящего пучка, широким кольцевидным валиком, охватывающим семя [6].

Отделение семени от боба может происходить двумя путями: либо семяножка остается на семени, либо на створке плода, при этом у сои на рубчике остается белый глазок [7].

Генетическое изучение признака неосыпаемости гороха проведено многими исследователями, а первое генетическое описание признака сделали в 1969 году Васик Хайдарович и Вилли Васикович Хангильдины из Башкирии. Новому рецессивному гену неосыпаемости семян дали название *def* (*defeloment funiculus*) и определили его локус в группе сцепления [8]. Описание и широкое использование в селекции гена *def*, обуславливающего прочное срастание семяножки со створкой боба и устойчивость семян гороха к осыпанию, позволяет снизить потери урожая семян на 0,3-1,8 т с одного гектара [9].

В литературе недостаточно широко раскрыты работы в этом направлении по культуре сое (*Glycine max* (L.) Merr.). Однако в ряде стран производителей сои зарегистрированы

сорта с наличием признака неосыпаемости. При скрининге мировой коллекции сои, имеющейся в фонде ТОО «Казахского научно-исследовательского института земледелия и растениеводства» выявлены неосыпающиеся сорта из Польши, Канады, Молдовы, Франции, Швеции, Чехословакии, Китая, Дании, Казахстана [7]. Из сортов отечественной селекции только два обладают наличием данного признака – Алматы и Зара. Они активно используются в селекционной программе в качестве материнских форм.

Цель исследований – провести скрининг селекционных линий сои для идентификации устойчивых к осыпанию форм, выявить селекционную ценность новых генотипов.

Материалы и методика

Опыты проводились на полевых стационарах ТОО «Казахского научно-исследовательского института земледелия и растениеводства», которые расположены в Алматинской области, на высоте 740 метров над уровнем моря, 43°15' с. ш., 76°54' в. д. Зона характеризуется континентальными климатическими условиями: мягкой и прохладной зимой, прохладной весной, жарким и сухим летом, теплой и сухой осенью.

Средняя продолжительность безморозного периода 170 - 180 дней с колебаниями температур. Однако часто повторяющиеся поздневесенние и раннеосенние заморозки нередко сокращают безморозный период до 140-150 дней, что приводит к морозобою у позднеспелых сортов сои. Термические ресурсы лета в зоне довольно высокие. Средняя сумма положительных температур составляет 3500-4000°. Среднее многолетнее количество атмосферных осадков составляет 350-400 мм. В летний период основное количество осадков выпадает в июне и составляет 53,9 мм. Почвенный покров представлен светло-каштановыми суглинистыми почвами.

Материалом исследований являлись селекционные линии и номера сои лаборатории масличных культур ТОО «КазНИИЗиР», создаваемые ежегодно путем межсортовой гибридизации, начиная с 2006 года (табл. 1).

Таблица 1

Объемы селекционных питомников сои

Годы	Наименование питомника	Количество линий/номеров, шт
2006-2021	Гибридный питомник F1- F4	1261
2011-2021	Селекционный питомник СП1 - СП2	717
2013-2021	Контрольный питомник	225
2014-2021	Питомник конкурсного сортоиспытания	207

Гибридизация проводилась по методике Дидоренко С.В. и др. [10]. В качестве материнских линий использованы отечественные сорта сои Алматы, Зара и сорт украинской селекции Одесская 150. Отличительным признаком этих сортов являлось наличие белого глазка на рубчике. Также сорта характеризовались белой окраской венчика, для дальнейшей идентификации гибридности материала. Все отцовские формы имели фиолетовую окраску венчика. Идентификация подлинности гибридного материала осуществлялась в первом поколении. Браковались негибридные растения с белой окраской венчика. Отбор проводился по методике Педигри, начиная с гибридов второго поколения.

Посев гибридного материала проводился в благоприятные для культуры сроки в третьей декаде апреля. Посев питомников F1-F4 и СП1-СП2 осуществлялся вручную, площадь посева 1 погонный метр, 25 семян, на глубину 4 см. Посев контрольного и конкурсного питомников осуществлялся механизированно по методике Доспехова Б.А. [11], делянки четырехрядковые, с междурядьем 30 см, площадь 20 м². Норма высева – 500 тыс. всхожих семян на гектар. Размещение образцов рендомизированное в трехкратной повторности. В качестве стандарта использовался сорт Жансая, допущенный к использованию в Алматинской области. Стандарт высевался через каждые 3 номера. Агротехника в опытах согласно методическим рекомендациям для поливной зоны юго-восточного Казахстана [12]. Самотечные вегетационные поливы на поливном участке осуществлялись трижды – 20 июня, 13 июля и 10 августа с поливной нормой 1200 (м³/га).

Фенологические наблюдения по основным фазам развития: посев, всходы (VE), появление тройничного листа (V1), цветение (R2), бобообразование (R4), налив бобов (R6), созревание (R8) [13]. Полевая оценка, структурный анализ в соответствии с методическими указаниями ВИР [14]. Статистическая обработка результатов экспериментов для обеспечения достоверности данных выполнена в программной среде R (<https://cran.r-project.org/>) с открытым исходным кодом, а так же в программе Windows Excel.

Морфологическая оценка степени прикрепления семяножки к семени проводится по наличию характерного белого глазка на рубчике семени (рис.1).



Рис. 1. Тип рубчика. 1– с глазком, 2 – без глазка

Результаты и обсуждение

С 2006 по 2021 годы проведена гибридизация по 881 комбинациям скрещивания в различных направлениях селекционных работ (продуктивность, скороспелость, фотонейтральность, содержание питательных и антипитательных веществ в семенах, неосыпаемость). По признаку сросшейся семяножки за этот период было проведено скрещивание по 244 комбинациям, что составляло от 10 до 60% от общего количества скрещиваний.

Процент завязывания составлял в зависимости от комбинации скрещивания от 0 до 35%. В питомнике первого поколения было высеяно 204 гибрида. Часть гибридов не взошла, а также путем идентификации ложных гибридов по маркерному признаку (фиолетовая окраска венчика) на этом этапе было отбраковано 53 гибридных комбинации. Начиная с гибридов второго поколения отбор велся по продуктивности, не обращая внимания на расщепление в популяции признака сросшейся семяножки (табл. 2).

Полевая браковка составляла 90-95%. Материал браковался на корню по отрицательным признакам – полегаемости, растрескиваемости, низкорослости, индетерминантному типу развития, склонности к грибковым и вирусным заболеваниям.

В итоге в контрольном питомнике было изучено 69 номеров 33 гибридных комбинаций с признаком сросшейся семяножки, а в конкурсном сортоиспытании изучено 11 номеров от 10 комбинаций скрещивания.

В 2021 году в контрольном питомнике было изучено 38 номеров, 14 из которых обладали признаком неосыпаемости – наличие глазка на рубчике.

Из общего количества изученных сортообразцов контрольного питомника – 63% составляют номера с несросшейся семяножкой, а 37% с плотным ее срастанием со створками боба. Из 38 изученных образцов контрольного питомника по урожайности превышают стандарт 11 номеров без рубчика и 5 номеров с рубчиком. Средние показатели урожайности номеров со сросшейся семяножкой (43,6 ц/га) уступают средним показателям номеров без этого признака (47,5 ц/га) (табл. 3).

Таблица 2

Отбор элитных растений из гибридных комбинаций со сросшейся семяножкой

Год скрещивания	Общее количество гибридных комбинаций скрещивания, шт	Количество гибридных популяций с признаком сросшейся семяножки по питомникам, шт									
		Питомник гибридизации	F1	F2	F3	F4	СП 1	СП2	КП	КСИ	ГСИ
2006	36	5	3	3	3	3	2	2	2	1	0
2007	45	7	5	5	2	2	1	1	1	1	0
2008	48	5	5	2	2	2	2	2	2	1	0
2009	48	13	13	13	12	10	10	10	5	5	0
2010	49	7	7	3	3	3	3	3	1	0	0
2011	70	17	14	12	12	12	12	12	4	0	0
2012	63	21	20	17	17	14	13	8	3	2	
2013	64	33	26	21	17	15	13	13	9		
2014	64	25	24	17	15	15	13	9	6		
2015	80	25	23	20	20	19	4	3			
2016	80	23	18	14	11	11	10				
2017	73	44	31	15	15	12					
2018	40	10	9	8	6						
2019	40	1	1	0							
2020	40	3	3	1							
2021	41	5	2								
Количество гибридных комбинаций, шт.	881	244	204	151	135	118	83	63	33	10	
Количество изученных линий, шт.			204	205	380	472	453	264	69	11	

Так как в начальных гибридных и селекционных питомниках отбор велся в направлении урожайности и отсутствие признака свободного прикрепления семяножки не входил в цели браковки, то в питомник контрольного сортоиспытания попали номера от одной и той же гибридной комбинации, но с разным строением семяножки.

В трех (Зара/Десна, Зара/Жансая, Одесская 150/ Safrana) из пяти гибридных популяций более высокий уровень урожайности отмечен у номеров со сросшейся семяножкой, чем у их аналогов со свободной семяножкой. У признаков продуктивности наименьшая амплитуда изменчивости внутри каждой гибридной комбинации наблюдалась по высоте растения, высоте прикрепления нижних бобов, количеству боковых ветвей и количеству продуктивных узлов.

Таблица 3

Урожайность номеров сои со сросшейся и несросшейся семяножкой в питомнике контрольного сортоиспытания, 2021 год

Параметр	Селекционные номера		
	Жанся, стандарт	с несросшейся семяножкой	со сросшейся семяножкой
<i>все образцы питомника</i>			
Количество образцов, шт.	1	24	14
Минимальное значение урожайности, ц/га	25,0	29,2	27,0
Максимальное значение урожайности, ц/га	54,0	70,8	50,0
Среднее значение урожайности, ц/га	40,7	42,0	40,2
<i>образцы, превышающие по урожайности стандарт</i>			
Количество образцов, шт.	1	11	5
Минимальное значение урожайности, ц/га	25,0	37,5	33,3
Максимальное значение урожайности, ц/га	54,0	70,8	50,0
Среднее значение урожайности, ц/га	40,7	47,5	43,6

По признакам – число бобов с растения, масса семян с растения, масса 1000 семян у большинства номеров со сросшейся семяножкой наблюдалось уменьшение этих показателей в сравнении с осыпающимися номерами (табл. 4).

Таблица 4

Признаки продуктивности, урожайность и вегетационный период селекционных номеров сои контрольного сортоиспытания, полученных от скрещивания с неосыпаемыми сортами

Селекционный номер	Характер семяножки	Высота, см	Число продуктивных узлов, шт.	Число бобов с растения, шт.	Масса семян с растения, г	Масса 1000 семян, г	Урожайность, ц/га
Зара/Селекта 302							
И 28/1	Свободная	65,4	11,6	58,4	15,2	154,0	37,5
И 28/3	Сросшаяся	70,8	12,2	49,4	13,8	161,0	34,4
Зара/Десна							
К 28/4	Свободная	69,4	12,2	59,2	20,9	191,0	38,5
К 28/3	Сросшаяся	82,8	12,4	60,4	18,7	142,0	45,8
К 28/6	Сросшаяся	72,8	11,4	45,2	15,2	177,0	41,7
Зара/Жанся							
КТ 41/3	Свободная	68,4	13,2	47,0	14,4	196,0	38,5
К 41/1	Сросшаяся	79,6	13,4	51,4	17,3	195,0	44,8
Одесская 150/Харбин							
К 15/9	Свободная	79,8	12,6	64,8	18,2	165,0	45,8
К 15/7	Сросшаяся	81,6	10,4	48,0	12,0	181,0	37,5
Одесская 150/ Safrana							
КТ-46/6	Свободная	77,2	12,8	52,4	16,8	197,0	34,4
К 46/4	Сросшаяся	69,0	8,4	39,0	15,9	176,0	38,5
К 46/5	Сросшаяся	86,2	14,4	70,6	22,1	181,0	39,6

В работах Дебелого Г.А. и Цакашвили Б.Н. (1983) отмечено, что в гибридных популяциях у растений с отделяющейся семяножкой гороха в формировании урожайности

равный вклад вносят 3-4 признака, а у растений с неосыпающимися семенами только два: число продуктивных узлов и масса одного семени [15]. Некоторые исследователи [16, 17] у растений с неосыпающимися семенами наблюдали уменьшение числа бобов на растении и числа семян в бобе при одновременном увеличении массы семени, что, по мнению В.В. Хангильдина, обусловлено повышением аттрагирующей способности развивающихся семян вследствие чрезмерного развития семяножки. Возможно, это связано и с продолжительностью поступления запасных веществ в семя, так как у семян с отделяющейся семяножкой этот процесс прекращается с образованием разделительного слоя, а у неосыпающихся длится дольше. Наши исследования не подтверждают сведения о повышении массы семян у номеров со сросшейся семяножкой.

В питомнике конкурсного сортоиспытания из 26 изученных номеров 3 характеризовались признаком неосыпаемости - с глазком на рубчике (ИТ 24/2, ИТ 24/4 – Зара*Черемош; И-23/7 – Зара*Корсак) с диапазоном урожайности 27,1-54,2 ц/га.

Из 26 номеров, у которых отсутствует плотное срастание семяножки, стандартный сорт превзошли по урожайности 15 номеров со средней урожайностью 48,4 ц/га. Только один из трех номеров со сросшейся семяножкой (И-23/7 – Зара*Корсак) оказался более продуктивным, чем стандартный сорт Жансая. Средняя урожайность этого номера составила 43,8 ц/га (табл. 5).

Таблица 5

Урожайность номеров сои со сросшейся и несросшейся семяножкой в питомнике конкурсного сортоиспытания, 2021 год

Параметр	Селекционные номера		
	Жансая, стандарт	с несросшейся семяножкой	со сросшейся семяножкой
<i>все образцы питомника</i>			
Количество образцов, шт.	1	26	3
Минимальное значение урожайности, ц/га	25,0	16,6	27,1
Максимальное значение урожайности, ц/га	54,1	64,5	54,2
Среднее значение урожайности, ц/га	42,4	43,6	41,9
<i>образцы, превышающие по урожайности стандарт</i>			
Количество образцов, шт.	1	15	1 (И-23/7)
Минимальное значение урожайности, ц/га	25,0	29,1	35,4
Максимальное значение урожайности, ц/га	54,1	64,5	50,0
Среднее значение урожайности, ц/га	42,4	48,4	43,8

Полученные нами результаты, а также опыт других селекционеров в области создания неосыпающихся сортов гороха и сои, позволили предположить, что при удачном подборе компонентов скрещивания, направленном отборе, возможно создание высокоурожайных сортов сои с неосыпающимися семенами.

Заключение

Привлечение в качестве доноров неосыпаемости отечественных сортов Алматы, Зара и сорта украинской селекции Одесская 150 позволили расширить линейный материал с этим признаком в селекционных питомниках лаборатории масличных культур ТОО «КазНИИЗиР». За 2006-2021 годы получена 151 гибридная комбинация с участием этих материнских линий. В контрольном питомнике и конкурсном сортоиспытании отобраны селекционные номера сои с признаком сросшейся семяножки, достоверно превышающие стандарт по урожайности. Целенаправленный подбор компонентов скрещивания, направленный отбор – путь создания высокоурожайных сортов сои с неосыпающимися семенами.

Работа выполнена в рамках Программно-целевого финансирования МСХ РК по бюджетной программе 267, BR10764991 «Создание высокопродуктивных сортов и гибридов масличных и крупяных культур на основе достижений биотехнологии,

генетики, физиологии, биохимии растений для устойчивого их производства в различных почвенно-климатических зонах Казахстана».

Литература

1. Кошкин Е.И., Дьяков А.Б., Гатаулина Г.Г., Беденко В.П., Третьяков Н.Н. Частная физиология полевых культур: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по агроном. специальностям. Москва, – 2005. – 253 с.
2. Зеленцов С.В., Мошненко Е.В. Масличные культуры // Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений. – 2014. – № 2. – С. 159-160.
3. Агро архив. Электрон.ресурс – 2014. URL: <https://agro-archive.ru/soya/1241-rastreskivaemost-bobov-posle-sozrevaniya.html>
4. Eglitis A. Paksaugu sēlēkcija un seklkopība // *Paraugstām ražām*. – 1959. – P. 61-68.
5. Зеленев А.Н. О признаке неосыпаемости семян гороха // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2013. – № 2 (6). – С. 79-85.
6. Гудкова Н.Г., Дружинина В.С. Морфолого-анатомическое строение семяножки осыпавшихся и неосыпавшихся сортов гороха // *Вестник адыгейского государственного университета*. – 2011. – №4 (2). – С. 33-37.
7. Дидоренко С.В., Агеенко А.В., Сагит И., Абилдаева Д.Б., Сайкенова А.Ж., Канатқызы М. Фенотипирование гермоплазмы сои *Glycine Max (L.) Merr.*, по признаку неосыпаемости семян // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2021. – № 1(37). – С. 53-59. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-1-53-59
8. Брежнева В.И. Селекция гороха на Кубани. Краснодар: Просвещение-Юг, – 2006. – 203 с.
9. Задорин А.Д., Яковлев В.Л. Итоги и перспективы селекции гороха в России // *Селекция и семеноводство*. – 1994. – № 1. – С. 2-6.
10. Дидоренко С.В., Карягин Ю.Г., Булатова К.М. Патент № 31427 на изобретение «Способ гибридизации сои» ТОО «Казахский НИИ земледелия и растениеводства», заявка № 2011/0010.1 подано 06.01.2011, опубликовано 21.07.2016.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию. – 2012. – 352 с.
12. Кудайбергенов М.С., Дидоренко С.В. Технология возделывания сои на орошаемых землях юго-востока Казахстана. Алматы: Асыл кітап, – 2014. – 24 с.
13. Mark Licht. Soybean growth and development // *Soybean Extension Agronomist Department of Agronomy. Iowa State University. University Extension*. – 2014. – V. 515. – P. 28.
14. Вишнякова М.А. и др. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: методические указания. Санкт-Петербург: Мин. науки и высшего образования РФ, – 2018. – 143 с.
15. Дебелый Г.А., Цакашвили Б.Н. Комбинационная способность гороха с обычными и неосыпавшимися семенами // *Сборник научных трудов НИИСХ ЦРНЗ*. – 1983. – С. 181-183.
16. Хангильдин В.В., Нуриахметов Д.Ф. Исследование новых мутантных генов у гороха посевного. Сообщение III. Эффект гена неосыпаемости *def* на комбинационную способность, семенную продуктивность растения и гомеостаз в системе тестерных скрещиваний // *Генетика*. – 1988. – Т. XXIV. – № 2. – С. 298-305.
17. Вербицкий Н.М. Селекция гороха в условиях Северного Кавказа. Ростов-на-Дону, – 1992. – 259 с.

References

1. Koshkin E.I., D'jakov A.B., Gataulina G.G., Bedenko V.P., Tret'jakov N.N. Chastnaja fiziologija polevyh kul'tur: ucheb. posobie dlja studentov vuzov, obuchajushhihsja po agronom. special'nostjam [Private physiology of field crops: textbook for agronomy students]. *Moscow*, 2005, 253 p. (In Russian)
2. Zelencov S.V., Moshnenko E.V. Maslichnye kul'tury [Oilseed crops]. *Nauchno-tehnicheskij bjulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnyh kul'tur. Selekcija i semenovodstvo sel'skohozjajstvennyh rastenij*, 2014, no 2, pp. 159-160. (In Russian)
3. Agro arhiv. Jelektron.resurs [Agro archive. Electronic resource]. 2014, URL: <https://agro-archive.ru/soya/1241-rastreskivaemost-bobov-posle-sozrevaniya.html> (In Russian)
4. Eglitis A. Paksaugu sēlēkcija un seklkopība. *Paraugstām ražām*, 1959, P. 61-68.
5. Zelenov A.N. O priznake neosypaemosti semjan goroha [On the sign of pea seeds not shattering]. *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*, 2013, no 2 (6), pp. 79-85. (In Russian)
6. Gudkova N.G., Druzhinina V.S. Morfologo-anatomicheskoe stroenie semjanozhki osypajushhihsja i neosypajushhihsja sortov goroha [Morphological and anatomical structure of the stalk of shrivelled and non-shrivelled pea varieties]. *Vestnik adygejskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2011, no 4 (2), pp. 33-37. (In Russian)
7. Didorenko S.V., Ageenko A.V., Sagit I., Abildaeva D.B., Sajkenova A.Zh., Kanatkyzy M. Fenotipirovanie germoplazmy soi *Glycine Max (L.) Merr.*, po priznaku neosypaemosti semjan [Phenotyping of *Glycine Max (L.) Merr.* soybean germplasm for non-shattering seeds]. *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*, 2021, no 1 (37), pp. 53-59. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-1-53-59 (In Russian)
8. Brezhneva V.I. Selekcija goroha na Kubani [Pea breeding in Kuban] *Krasnodar: Prosveshhenie-Jug*, 2006. 203 p.

9. Zadorin A.D., Jakovlev V.L. Itogi i perspektivy selekcii goroha v Rossii [Outcomes and prospects for pea breeding in Russia]. *Selekcija i semenovodstvo*, 1994, no 1, pp. 2-6. (In Russian)
10. Didorenko S.V., Karjagin Ju.G., Bulatova K.M. Patent №31427 na izobretenie «Sposob gibridizacii soi» [Patent no. 3127 for the invention «Method of hybridisation of soybeans»]. *TOO Kazahskij NII zemledelija i rastenievodstva, zajavka*, no 2011/0010.1, podano 06.01.2011, opublikovano 21.07.2016. (In Russian)
11. Dospheov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij) [Field experiment methodology]. Moscow, *Kniga po trebovaniju*, 2012, 352 p. (In Russian)
12. Kudajbergenov M.S., Didorenko S.V. Tehnologija vzdelyvanija soi na oroshaemyh zemljah jugo-vostoka Kazahstana [Technology of soybean cultivation on irrigated land in south-east of Kazakhstan] Almaty: Asyl kitap, 2014. 24 p.
13. Mark Licht. Soybean growth and development. Soybean Extension Agronomist Department of Agronomy. Iowa State University. University Extension, 2014, Vol. 515, P. 28.
14. Vishnjakova M.A. i dr. Kollekcija mirovyh geneticheskikh resursov zernovyh bobovyh VIR: popolnenie, sohranenie i izuchenie: metodicheskie ukazanija [The VIR World Legume Genetic Resources Collection: replenishment, conservation and study: guidelines]. Sankt-Peterburg: *Min. nauki i vysshego obrazovanija RF*, 2018, 143 p. (In Russian)
15. Debelyj G.A., Cakashvili B.N. Kombinacionnaja sposobnost' goroha s obychnymi i neosypajushhimisja semenami [Combination ability of peas with regular and non-sprouting seeds]. *Sbornik nauchnyh trudov NIISH CRNZ*, 1983, pp. 181-183. (In Russian)
16. Hangil'din V.V., Nuriahmetov D.F. Issledovanie novyh mutantnyh genov u goroha posevnogo. Soobshhenie III. Jeffekt gena neosypaemosti def na kombinacionnuju sposobnost', semennuju produktivnost' rastenija i gomeostaz v sisteme testernyh skreshhivanij [Research on new mutant genes in seed pea. Report III. Effect of def gene on combinatorial ability, seed production of plants and homeostasis in the system of tester crosses]. *Genetika*, 1988, n.XXIV, no. 2, pp. 298-305. (In Russian)
17. Verbickij N.M. Selekcija goroha v uslovijah Severnogo Kavkaza [Pea breeding in the North Caucasus]. Rostov-na-Donu, 1992, 259 p. (In Russian)