

СТО ЛЕТ ОРЛОВСКОЙ СЕЛЕКЦИИ ГОРОХА. ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

А.Н. ЗЕЛЕНОВ, доктор сельскохозяйственных наук,
ORCID ID 0000-0001-6909-0161

А.А. ЗЕЛЕНОВ*, кандидат сельскохозяйственных наук,
ORCID ID 0000-0003-4544-7845
E-mail: Zelenov-a-a@yandex.ru

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

*АО «ЩЁЛКОВО-АГРОХИМ»

*Селекционерами Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции и ФНЦ ЗБК за сто лет на орловской земле создано 32 успешно прошедших госиспытание сорта. В общей сложности они допущены к использованию во всех 12 регионах сортоиспытания Российской Федерации от Белого и Балтийского морей до Тихого океана. В процессе длительной селекции произошла эволюция культуры от длинностебельных с неограниченным ростом, полегающих, малоурожайных листочковых сортов до современных короткостебельных, устойчивых к полеганию, с урожайностью до 70 ц/га ограниченно растущих сортов усатого и гетерофилльного (хамелеон) типов. Одновременно выявлены не имеющие аналогов в мировом разнообразии *Pisum sativum* L. формы: люпиноид Уварова, рассечённолисточковая, гетерофилльная трифоль. Успехи в селекции обусловлены благодаря теоретическим исследованиям и разработкам генетических, физиологических, биохимических методов селекции. Перспективными для создания сортов с урожайностью 80-90 ц/га являются биоэнергетическое (ароморфозное) и фитоценотическое направления селекции.*

Ключевые слова: горох, селекция, морфотипы, сорта.

Для цитирования: А.Н. Зеленов, А.А. Зеленов. Сто лет орловской селекции гороха. Итоги и перспективы Зернобобовые и крупяные культуры. 2022; 2(42):41-59. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-41-59

ONE HUNDRED YEARS OF OREL PEA BREEDING. RESULTS AND PROSPECTS

A.N. Zelenov, ORCID ID 0000-0001-6909-0161

A.A. Zelenov*, ORCID ID 0000-0003-4544-7845

E-mail: Zelenov-a-a@yandex.ru

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

*АО «SHCHELKOVO AGROCHEM»

Abstract: *Breeders of Shatilovo Agricultural Experimental Station and the Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops (FSC LGC) for a hundred years on Orel land have created 32 varieties that successfully passed the State Testing. In total, the varieties are approved for use in all 12 variety-testing regions of the Russian Federation from the White and Baltic Seas to the Pacific Ocean. In the course of long-term breeding there was an evolution of the crop from long-stemmed*

with unlimited growth, lodging, low-yielding leafy varieties to modern short-stemmed, lodging-resistant, with yields up to 70 c/ha of limited growing tendril and heterophyllic (chameleon) varieties. At the same time, Pisum sativum L. forms, which have no analogues in the world diversity, were identified: Uvarov lupinoid, dissected leaf, heterophyllic trifol. Successes in breeding are due to theoretical research and the development of genetic, physiological, biochemical breeding methods. Bioenergetic (aromorphous) and phytocenotic breeding directions are promising for creating varieties with yields of 80-90 c/ha.

Keywords: peas, breeding, morphotypes, varieties.

Горох – древнейшая сельскохозяйственная культура России. Свидетельством её широкого распространения является упоминание гороха, наряду с пшеницей, рожью, просом и овсом, в «Русской Правде» Ярослава Мудрого (XI век н.э.). В ископаемых остатках XIV-XV веков зерна гороха обнаружены в прибрежных поселениях среднего течения Оки (Р.Х. Макашева, 1973). Эта территория, Среднерусская лесостепь, по своему биоклиматическому потенциалу и почвенной характеристике является благоприятной для возделывания гороха. Максимальные сборы семян современных сортов здесь достигают 60-70 ц/га.

Так, в 1990 г. в опытах Тульского НИИСХ урожай семян сорта пелюшки Орпела составил 70 ц/га. В 1992 г. во ВНИИЗБК (ныне ФНЦ ЗБК) получено 57,3 ц/га усатого гороха Орлус, а в 2003 г. там же - 61,0 ц/га листочкового сорта Темп. В этом же году на Липецкой сортоиспытательной станции урожай Темпа составил 59,9 ц/га, а усатого сорта Фараон 58,6 ц/га. В производственных условиях ООО «Дубовицкое» Малоархангельского района Орловской области с каждого гектара собирают 50 и более центнеров семян сорта Фараон. Даже в экстремально засушливом 2010 году в этом хозяйстве на площади 250 га было выращено по 35,6 ц/га семян этого сорта (Н.В. Парахин, С.Д. Каракотов, 2011).

Однако в стародавние времена орловские крестьяне возделывали малоурожайные сорта народной селекции, среди которых был местный образец тонкостебельной, высокорослой, сильнополегающей листочковой пелюшки, включённый в каталог мировой коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова под номером к-1691. В опытах ВНИИЗБК 1984-1986 гг. его средняя урожайность составила всего 11 ц/га семян [1].

Вот с такого «низкого старта» в 1922 году начиналась селекция гороха на Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции. Работа складывалась непросто и порой драматично. Первоочередная задача состояла в выявлении наиболее урожайного, приспособленного к местным условиям сорта. Таким оказался германский сорт Виктория мандорфская. Сорт урожайный, с красивыми крупными желтовато-розовыми семенами, отличающимися высокими кулинарными достоинствами. Благодаря хорошо развитой, глубоко идущей корневой системе растения хорошо сопротивлялись засухе. Этот сорт долгое время возделывался в Орловской области и лишь в 1951 г. его сменил менее требовательный к условиям выращивания шведский сорт Капитал.

С целью создания собственных сортов с 1926 г. на станции проводилась гибридизация и отбор элитных растений. Но «в 1929 г. в связи с реорганизацией станции работа по селекции гороха была закрыта, а селекционный материал был передан другим опытным станциям» [2]. Лишь через 7 лет селекция гороха на Шатиловской станции была возобновлена. С 1938 по 1945 гг. её вела Е.П. Пухальская. К сожалению, весь созданный до Великой Отечественной войны материал погиб во время немецко-фашистской оккупации. После войны, в 1946-1949 гг. Г.Б. Демиденко заново собрал и изучил коллекционные образцы, создал новые гибридные комбинации, сделал отборы.

Наиболее продолжительное время (1950-1967 гг.) селекцию и семеноводство на станции вёл Николай Александрович Рюриков. Он создал первый на Орловщине сорт **Шатиловский зеленозёрный**, который с 1962 г. был районирован в Орловской и Брянской областях. Сорт обладал высокой для того времени урожайностью семян (25-29 ц/га) и хорошими кулинарными достоинствами. Он имел удовлетворительную устойчивость к

биотическим и хорошую к абиотическим стрессорам [3]. Но из-за длинного лежащего стебля и позднего созревания широкого распространения в производстве сорт не получил.

В 1958 г. на станции была развёрнута работа по созданию среднеспелых, устойчивых к полеганию сортов гороха с укороченным стеблем. Однако из-за неудачного выбора донора длины стебля сорт **Шатиловский неполегающий** не был районирован. Не выдержал государственного испытания и укосный сорт **Орловский**. Поэтому было решено с 1967 г. прекратить селекцию гороха на станции, а весь материал передать в недавно организованный и набирающий силу Всесоюзный НИИ зернобобовых и крупяных культур [2].

В год своего столетия (1996) Шатиловка стала научно-методическим центром экологического испытания и показа в рамках ежегодного «Дня поля» достижений российской селекции по важнейшим сельскохозяйственным культурам. К сожалению, уровень урожайности сортов гороха на станции не даёт представления об их потенциальных возможностях. Так, в 2014-2016 гг. в среднем по всем экспонируемым сортам она составила всего 26,2 ц/га, что меньше, чем у яровой вики (27,9 ц/га) и сои (34,2 ц/га) [4].

Во ВНИИЗБК в первые годы селекцию гороха проводили также на основе традиционного длинностебельного листочкового морфотипа. В качестве генисточников использовали преимущественно материал Шатиловской и Горьковской сельскохозяйственных опытных станций, Башкирского НИИСХ. Первые успехи пришли не сразу. Полученные с использованием башкирских образцов сорта Сокол и Орлёнок, хотя и отличались хорошими продовольственными характеристиками, районированы не были. Такая же участь постигла и репринт шатиловского сорта Орловский – Орловский 2. Лишь в 1976 году Г.Б. Демиденко удалось создать первый районированный сорт института – **Стрелецкий**. Сорт укосного использования получен индивидуальным отбором из гибридной популяции Горьковский 14 × Рамонский 77. С 1979 г. районирован в Центральном регионе РСФСР. Максимальная урожайность зелёной массы – 469 ц/га получена в Орловской области в 1976 г., семян – 39,4 ц/га там же в 1978 г.

Большого внимания заслуживают укосные сорта Г.Б. Демиденко Аист и Малиновка. Первый относится к подвиду гороха посевного, второй – полевого (пелюшка). Оба созданы индивидуальным отбором из гибридной популяции Приекульский 407 (пелюшка. Латвия) × Черниговский 190 (*spp. sativum*, Украина).

Аист среднепоздний (80-95 суток), длинностебельный (110-182 см). Максимальный урожай зелёной массы – 429 ц/га получен в 1980 г во ВНИИЗБК, семян – 55,6 ц/га в 1983 г. в Белорусском НИИ земледелия и кормов. Благодаря мелким семенам (МТС 140-170 г) сорт обладает высоким коэффициентом размножения. Семена отличаются большой массовой долей сырого протеина – до 28,6%, в сухом веществе (с.в.) вегетативной массы – до 18,4%.

Сорт впервые был районирован в 1985 г. в Волго-Вятском и Центрально-Чернозёмном регионах РСФСР и в Белорусской ССР.

Малиновка характеризуется исключительно высоким урожайным потенциалом и широкой экологической пластичностью. Это безусловный шедевр Григория Борисовича Демиденко.

Сорт позднеспелый (90-105 суток), длинностебельный (140-180 см). Максимальный урожай зелёной массы – 618 ц/га Малиновка сформировала в 1986 г. во ВНИИЗБК, семян – 72,3 ц/га (!) в 1983 г. при испытании на поливе на Советском ГСУ в Крыму. Семена средне-мелкие (150-180 г). Сорт впервые был районирован в 1987 г. и в разные годы был допущен к использованию в восьми регионах России, от Белого моря до Тихого океана (таблица).

Совместно с Татарским НИИСХ индивидуальным отбором из гибридной популяции ВНИИЗБК Ахалкалакский местный, обработанный нитрозозтилмочевинной (семена) × Рамонский 77 создан укосный сорт **Татарстан 2**. Как по урожайности зелёной массы, так и семян высокие показатели не отмечены. С 1989 г. районирован по Северному, Центральному и Средневолжскому регионам.

Так же с использованием мутагенного фактора путём обработки семян сорта Зерноградский многоплодный 2 этиленимином Н.А. Лобанов создал зерновой сорт

Стрелецкий 11 с двумя бобами на плодonoсе и максимальной урожайностью 40,7 ц/га. В 1985 г. районирован в Центральном регионе. Примечательно, что отобранные из мутантной популяции двуплодные растения оказались продуктивнее многоплодных.

В лаборатории генетики и цитологии под руководством и при участии Н.А. Соболева была проведена большая работа по использованию индуцированного мутагенеза в селекции гороха и фасоли. Полученный из сорта Раман мутантный сорт Орловский 29 в 1976 г. был передан на госиспытание. Однако, несмотря на ряд положительных результатов, из-за слишком короткого стебля не был районирован.

Но и длинностебельные полегающие сорта уже никого не удовлетворяли. Урожайность зернового сорта **Орловский 3** (Уникум × Местный Тамбовский) с длиной стебля 110-170 см в конкурсном испытании ВНИИЗБК (1977-1980) в среднем составил всего 27,9 ц/га. Он был в районировании в 1985-1999 гг. в Центральном регионе.

При полегании растений гороха происходит ухудшение физиологических показателей продукционного процесса и снижение сухой массы надземных органов в среднем на 31%, а массы семян на 41%. В отдельных случаях недобор урожая достигал 74% [5]. В этой связи в институте проводилась интенсивная работа по поиску и созданию доноров неполегаетости. Наиболее смелыми были исследования лаборатории генетики и цитологии по отдалённой гибридизации между горохом и бобами. От бобов гороху много не требовалось. Лишь устойчивый к полеганию стебель. Но ожидаемый результат не был получен [6].

Решение было найдено внутри *Pisum sativum* L. Необходимыми параметрами (55-80 см) и относительной устойчивостью отвечал районированный в СССР с 1984 г. чешский высокоурожайный сорт Смарагд. Во ВНИИЗБК М.Д. Варлахов выделил подобную линию ДВ-499. Оптимальный генотип ОБЦ-817 с тремя бобами на плодonoсе был создан в отделе биохимии и цитологии Башкирского филиала АН СССР В.В. Хангильдиным и передан автором во ВНИИЗБК. Из гибридной комбинации Неосыпающийся 1 × (ОБЦ-817 × Мироновский 186) нами были получены адаптивные, трёхплодные, с неосыпающимися семенами, короткостебельные листочковые линии В-32 и В-34, которые в парных, насыщающих и сложноступенчатых скрещиваниях были использованы при создании сортов Орпела, Орловчанин, Орловчанин 2, Спрут, Батрак, Шустрик, Визир.

От скрещивания ДВ-499 × Усач (Омск) получены усатые, короткостебельные линии Ус-14, Ус-16 и 84-435. С участием Ус-16 созданы сорта Орлус и Спрут 2, в Татарском НИИСХ – Казанец. Линия Ус-14 – одна из компонентов скрещивания усатой короткостебельной пелюшки на зерно Алла. Линия 84-435 использована при создании усатой детерминантной (*deh*) линии Ус-87-022.

Благодаря работам А.М.Шевченко на Ворошиловградской (Луганской) селекционной станции, где были созданы замечательные сорта с неотделяющейся семяножкой (неосыпающиеся) – Неосыпающийся 1, Ворошиловградский юбилейный, Труженик и другие, в стране обсуждалась идея обязательного перевода всей селекции гороха на неосыпающуюся основу. Во ВНИИЗБК под руководством Н.М. Чекалина были разработаны и успешно реализованы всесоюзные селекционно-генетические программы «Тенакс» и Тенакс-2», объединившие усилия 17 селекционных учреждений Союза. В итоге выполнения этих программ в короткие сроки селекция гороха была переведена на создание сортов с неосыпающимися семенами [7].

Последующими исследованиями было установлено, что при своевременной уборке сортов с отделяющейся семяножкой самопроизвольные потери урожая от растрескивания бобов и осыпания семян минимальны (В.И.Летуновский, 1992). Из-за ухудшения товарного вида неосыпающихся семян селекционеры дальнего зарубежья этот признак не приняли. Выводы о влиянии аллеля *deh* на семенную продуктивность растений оказались противоречивыми [8]. Поэтому сорта гороха как с отделяющейся, так и с неотделяющейся семяножкой получили равные права на допуск к использованию.

Селекционер В.Н. Уваров в 1987 г. индивидуальным отбором из гибридной популяции Смарагд × В-34 создал выдающийся зерновой сорт **Орловчанин**. Среднеспелый (72-80

суток), короткостебельный (65-80 см), сравнительно устойчивый к полеганию. Соцветия двух- иногда трёхцветковые. Семена крупные (МТС 280-300 г), неосыпающиеся. Обладает высокой способностью к симбиотической фиксации атмосферного азота. Отличается повышенной устойчивостью к засухе (В.Н. Уваров, А.Н. Зеленов, 1994). Высокоурожаен. В 1987 г. в Гомельском отделе ВНИИЗБК при урожае 58,0 ц/га Орловчанин на 17 ц/га опередил стандарт Труженик. В 1988 г. на Саратовском ГСУ Одесской области получено 50 ц/га нового сорта, на 12 ц/га больше сорта Топаз. В 1990 г. в ОПХ «Стрелецкое» ВНИИЗБК (Орловская обл.) на площади 220 га собрали по 46 ц/га семян Орловчанина. В 1993 г. в хозяйстве «Владна» Краснодарского края его урожайность составила 58 ц/га, а в совхозе «Ленинская искра» Хмельницкой области – 62 ц/га. Максимальная урожайность Орловчанина – 69,6 ц/га достигнута в 1992 г. на Горно-Марийском ГСУ республики Марий-Эл.

Орловчанин впервые районирован в 1991 г и был внесён в Госреестр РФ по шести регионам (таблица). На Украине он получил статус национального стандарта республики.

В результате скрещивания чешского сорта Тырчис с Орловчанином В.Н.Уваров создал сорт **Визир** с максимальной урожайностью во ВНИИЗБК 49,9 ц/га (1996 г.). Сорт унаследовал от Орловчанина высокую засухоустойчивость и вероятно, благодаря этому с 2003 г. был районирован в Северо-Кавказском и Нижневолжском регионах.

В связи с тенденцией на расширение ареала возделывания гороха в северные и засушливые зоны, учитывая высокую устойчивость *spp.argense* (пелюшка) к биотическим и абиотическим стрессорам и другие его достоинства во ВНИИЗБК было решено развернуть селекцию короткостебельных форм этого подвида на зерно. Морфофизиологическое обоснование перспективности создания адаптивных сортов пелюшек с урожайностью более 70 ц/га детально разработано в Орловском ГАУ им. Н.В. Парахина совместно с ВНИИЗБК [9,10].

В 1990 г. М.П.Мирошникова методом трёхкратного бекроссирования пелюшки Надежда (Кировская обл.) линией В-32 создала и передала на госиспытание первый в России сорт гороха полевого на зерно **Орпела**. Сорт среднеспелый (75-78 суток), короткостебельный (65-85 см). Соцветие трёхцветковое, но в процессе длительного репродуцирования из-за обратного мутирования *fn* (или *fna*) в *Fn* (*Fna*) на кисти осталось только два цветка. Семена крупные (270-310 г), неосыпающиеся с массовой долей белка в них 25,5%.

По данным ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (А.И. Фицев и др., 1994; И.В. Малиевская, 1995) зерно Орпелы, благодаря высокому содержанию критических аминокислот метионина, цистина и глицина, а также низкому содержанию ингибиторов протеаз, обладает отличными кормовыми достоинствами.

В конкурсном испытании ВНИИЗБК (1988-1990) средняя урожайность семян Орпелы составила 42,6 ц/га (+3,4 ц/га к Смарагду). В 1990 г. в Днепропетровском отделе ВНИИЗБК получено 61,8 ц/га семян (+9 ц/га к стандарту Сармат). Максимальная урожайность достигнута в том же году в Тульском НИИСХ – 70 ц/га. Орпела районирована в 1994 г. по четырём регионам РФ (таблица).

В систематику *Pisum sativum* L. короткостебельная, крупносемянная, неосыпающаяся форма гороха полевого включена под названием **var. miroshnikovae Serd. et Stankev. (разновидность Мирошниковой)**. Тип: Орпела». Россия, ВНИИЗБК, к-8629 [11].

Успехи селекции короткостебельных зерновых сортов побудили А.А.Гаврикову и И.В.Кондыкова создать короткостебельную укосную пелюшку. Из комбинации Смарагд × Малиновка отобрана уникальная относительно устойчивая к полеганию форма, ставшая укосным сортом **Зарянка** с длиной стебля 60-90 см. Укорочение стебля Малиновки произошло за счёт уменьшения длины междоузлий при неизменном их числе. Стебель – пустотелая соломина, и сокращение его длины почти не влияет на продуктивность вегетативной массы. Зато значительно возрастает семенная продуктивность.

Так, в конкурсном испытании ВНИИЗБК (1990-1993 гг.) средняя урожайность зелёной массы составила 299 ц/га, что на 31 ц/га, или на 3,7% выше стандарта Малиновка; урожай

семян – 32 ц/га (+37,5% к стандарту). Максимальная урожайность сухого вещества – 175,5 ц/га получена в 1996 г. в Московской обл., семян – 36,6 ц/га в 1994 г. в Калужской области. Зарянка впервые была районирована в 1997 г. в шести регионах России от Балтики до Тихого океана и в Республике Беларусь (таблица) (И.В. Кондыков и др., 1992).

Несмотря на достигнутые успехи, на необходимость для производства создания сортов гороха укосного использования, и, несмотря на достоинства гороха полевого, в настоящее время селекционная работа по этим направлениям в ФНЦ ЗБК из-за отсутствия исполнителей, к сожалению, прекращена.

В середине 70-х годов прошлого столетия во ВНИИЗБК, как и в целом по стране, основное внимание селекционеров-гороховиков переключилось на создание сортов с усатым типом листа. Хотя безлисточковый мутант в 1949 г. впервые был обнаружен в СССР на Грибовской опытно-селекционной станции и там же был создан первый овощной сорт нового морфотипа Усатый 5, к созданию гладкозёрных усатых сортов отечественных селекционеров подтолкнули достижения западноевропейской селекции (Л.С.Козлова, 1993).

Положительные результаты в институте пришли не сразу. В расщепляющихся гибридных популяциях с листочковыми и усатыми генотипами была установлена низкая конкурентоспособность усатых растений (Lafond et al., 1981; В.В. Хангильдин, 1984; Т.С. Титенок, А.Н. Зеленов, 1992). В связи с этим, были предложены «Методические рекомендации по отбору усатых генотипов гороха из гибридных популяций» (Т.С. Титенок, А.Н. Зеленов, 2000), в соответствии с которыми из гетерогенного по типу листа ценоза F₂ проводится массовый отбор усатых растений. В их гомозиготной по типу листа популяции происходит отбор элитных растений – родоначальников будущих сортов.

Современные сорта насыщены рецессивными аллелями генов. Многие исследователи отмечали их негативное влияние на продукционный процесс. S.Blixt (1972) изучил 300 мутаций гороха, и практически все они снижали продуктивность своих исходных генотипов. Но в то же время, «каждая по тем или иным причинам положительно отбираемая мутация неизбежно влечёт за собой положительный же отбор генов-модификаторов, повышающих её относительную жизнеспособность» (Н.В. Тимофеев-Ресовский и др. 1969).

С.Н. Агаркова во ВНИИЗБК выдвинула новую теорию гетерозиса у зернобобовых культур, основанную на аддитивном действии рецессивных аллелей, которые вызывают гетерозис у гибридов F₁ и формируют трансгрессии в последующих поколениях [12].

В.Л. Яковлев в серии перманентного насыщения методом слепого беккрасса листочкового сорта Смарагд рецессивными аллелями *def* (неосыпаемость семян) и *af* (усатый лист) создал устойчивый к полеганию и осыпанию семян, высокоурожайный, пластичный сорт **Норд**. Последующее насыщение Норда рецессивным аллелем детерминатного типа роста стебля (*deh*) показало возможность вовлечения рецессивных аллелей в селекционный процесс без снижения семенной продуктивности [13].

Норд стал первым районированным усатым сортом селекции института. Сорт среднеспелый (73-78 суток). Максимальная урожайность семян – 56 ц/га получена в 1990 г. в Краснодарском крае. Семена среднечрупные (МТС 240-275 г), жёлтые (у Смарагда зелёные), с массовой долей белка 23,0-24,5%. Впервые районирован в 1992 г. и был допущен к использованию в шести регионах России и на Украине (таблица).

Методом трёхкратного прерывающегося бессросса ВС₃ Flavanda (Нидерланды) × Ус-16 Т.С.Титенок создала среднеспелый (70-82 суток), короткостебельный (64-80 см), усатый сорт **Орлус**. Семена крупные (260-300 г) с отделяющейся семяножкой («обычные»). Массовая доля белка в них 22-24%. Средний урожай семян в конкурсном испытании (1987-1989 гг.) составил 45 ц/га (+7 ц/га к стандарту Смарагд). Максимальная урожайность – 69 ц/га отмечена в 1996 г. на испытательной станции Раштатт семеноводческой компании Südwest deutsche Saatzucht (Германия). Орлус отличается высокой полигенной устойчивостью к фузариозной гнили, аскохитозу, гороховой плодоярке и гороховой тле. Обладая хорошей комбинационной способностью, Орлус является одной из родительской форм сортов

Фараон, Амиор и зимующего Зимус. Впервые был районирован в 1994 г. в трёх регионах России (таблица).

Индивидуальным отбором из сложной гибридной популяции [(Уладовский 9 × Неосыпающийся 1) × (Ус-19 × ДВ-499)] нами создан среднепоздний (84-90 суток), длинностебельный (90-120 см) укосный сорт **Спрут** с усатыми листьями и неосыпающимися семенами. Несмотря на отсутствие листочков, благодаря крупным прилистникам способен накапливать большую вегетативную массу. В конкурсном испытании ВНИИЗБК (1986-1988) средняя урожайность зелёной массы составила 278 ц/га, на уровне стандарта Аист; семян – 37 ц/га, у Аиста – 30 ц/га. В 1992 г. в совхозе «Малиновский» Краснозоренского района Орловской области на площади 12 га собрано по 48,5 ц/га семян Спрута. Районирован с 1993 г. в шести регионах России (таблица).

Сорт **Спрут 2** создан нами совместно с Днепропетровским аграрным университетом Украины методом индивидуального отбора из сложно-ступенчатой комбинации:



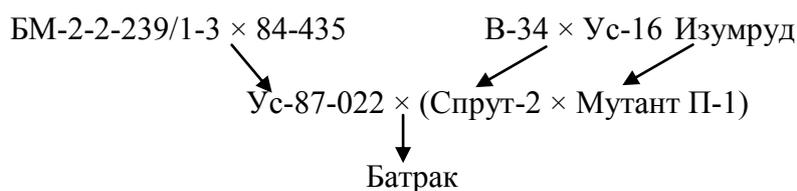
Сорт зернового использования. Среднеспелый (75-90 дней). Стебель прочный, устойчивый к полеганию, длиной 68-90 см. Соцветие двух-, иногда трёхцветковая кисть. Семена средnekрупные (МТС 240-300 г), неосыпающиеся с массовой долей белка 23-25%. В госиспытании в Волго-Вятском регионе (1991-1993) средняя урожайность семян составила 36,2 ц/га, на 4,5 ц/га больше стандарта Труженик. Максимальная урожайность – 64,2 ц/га получена в Нижегородской области. Спрут 2 размножали на Днепропетровском опорном пункте ВНИИЗБК. В связи с распадом СССР возникли трудности в обеспечении сортоучастков семенами. Поэтому в 1994 г. сорт районировали только по Волго-Вятскому региону. Спрут 2 обладает хорошей комбинационной способностью и входит в родословные наших сортов Батрак, Родник, Шустрик, Русь, а также зимующего сорта Фокус (Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко) и Вологодский усатый (Северо-Западный НИИ МЛПХ).

В 1983 г. А.Е.Зубов в Самарском НИИСХ обнаружил контролируемый аллелем *deh* мутант детерминантного типа роста стебля (А.Е. Зубов, С.Р. Князькова, 1989), у которого, по описанию авторов, апикальная часть стебля оканчивается соцветием. Однако, тщательное изучение Н.Н.Кондыковой (Акульчевой) позволило установить, что у самарских детерминантов рядом с верхним соцветием расположена сильно редуцированная почка. Следовательно, действие аллеля *deh* сводится к редукции прилистников в репродуктивной зоне стебля [14].

В активе ВНИИЗБК два детерминантных сорта – листочковый Орловчанин 2 и усатый Батрак. **Орловчанин 2** создал В.Н.Уваров методом двукратного индивидуального отбора из гибридной популяции от скрещивания полученного от А.Е. Зубова мутанта БМ-2-2-239/1-3 с сортом Орловчанин. Среднеспелый (70-75 суток), короткостебельный (65-72 см). Соцветие 2-3 цветковая кисть. Семена крупные (260-290 г), неосыпающиеся; массовая доля протеина в них 23,8%. В конкурсном испытании (1990-1992 гг.) урожай семян Орловчанина 2 (37,0 ц/га) практически на уровне стандарта Орловчанин (36,0 ц/га). Но в Самарском НИИСХ в 1992 г. новый сорт показал рекордную урожайность – 75 ц/га (!). Орловчанин 2 впервые районирован в 1995 г. в четырёх регионах РФ (таблица).

При создании сорта **Батрак** удалось совместить в одном генотипе рецессивные признаки короткостебельности, детерминантного (*deh*) типа роста стебля, безлисточковости, неосыпаемости семян (А.Н. Зеленев, 2002 г.). Элитное растение – родоначальник нового

сорта выделено в результате двукратного индивидуального отбора из сложноступенчатой комбинации:



Батрак – сорт среднеспелый (69-78 суток), стебель короткий (47-75 см), неполегающий. Соцветие 2-3 цветковое. Семена среднекрупные (240280 г), неосыпающиеся, массовая доля протеина в них до 26,4%. Средняя урожайность в конкурсном испытании института (1992-1996) на уровне стандарта Орловчанин (34,5 ц/га). Но на сортоучастках южных и юго-восточных субъектов Федерации Батрак превышал местные стандарты на 5-11 ц/га. Повидимому, детерминантные сорта гороха, как и детерминантные сорта гречихи (Г.Е. Мартыненко, 1994; Н.В. Фесенко, Г.Е. Мартыненко, 1997) адаптированы к условиям высокой температуры и большой освещённости. Батрак впервые районирован в 1999 г. и допущен к использованию в шести регионах России (таблица).

Ген *DEH* обладает высокой мутабельностью [15]. Прежде всего, отмечена высокая частота обратного мутирования *deh DEH*, из-за которого в репродуктивной зоне стебля происходит восстановление величины и формы прилистника. Среди растений детерминантной усатой линии Ус-93-1378 селекции ВНИИЗБК в Чехии в 1997 г. выявлен спонтанный мутант с многократно непарноперистыми листьями [15]. В 2002 г. во ВНИИЗБК в посевах сорта Батрак обнаружен рассечённолисточковый мутант. Эта форма контролируется аллелями *af* и *tac*^A, причём последний тождественен *tac*, а отличие в гетерозиготе с *af* фенотип обусловлен эффектом положения [16]. У ряда других детерминантных сортов и линий отмечено немало мелких мутаций. В связи с указанными особенностями, селекционную работу с этой формой в ФНЦ ЗБК было решено прекратить.

Уменьшение площади листовой поверхности у детерминантных растений из-за редукции прилистников можно было бы компенсировать крупными парными прицветничками (*brac*), которые занимают лишь 2,3-4,8% суммарной листовой поверхности растения, но при их удалении семенная продуктивность снижается на 16,8-37,7% [17]. Полагаем, что прицветнички выполняют функцию флагового листа злаковых. Однако, сорта с аллелем *brac* Орёл, Татьяна из-за недостаточной урожайности не выдержали государственного испытания. Линия Ус-90-3000 с прицветничками была менее продуктивна, чем сорт-сиб с Батрак. Но Т.Д. Бабушкиной в НИИСХ Северного Зауралья из комбинации Белус × Ус-90-3000 удалось создать сорт с прицветничками **Русь**, районированный с 2010 г. в Западно-Сибирском и Восточно-Сибирском регионах РФ. Для определения селекционной ценности прицветничков и методов работы с ними нужно провести исследования по агроэкологии, генетике и физиологии этого признака.

Уникальный, не имеющий аналога в мировом разнообразии *Pisum L.*, тип детерминантности представляет созданная в 1991 г. В.Н. Уваровым форма гороха **люпиноид**, названная так из-за верхушечного многоцветкового соцветия, напоминающего соцветие люпина. Люпиноид (*det det fa fa*) выделен в F₃ скрещивания Детерминантный ВСХИ (*det*) × А-87-15 (*fa*); *det* – аллель детерминантного типа роста стебля московской модели, *fa* – фасциации стебля.

По семенной продуктивности люпиноиды пока уступают современным сортам традиционной морфологии. Во-первых, первые образцы люпиноидов с листочковыми листьями сильно полегли. В.Н. Уваров создал усатые аналоги с повышенной устойчивостью. Во-вторых, на плодonoсе люпиноидов одновременно формируется до 15 бобов. Фотосинтетический потенциал растений не в состоянии обеспечить развивающиеся семена фотоассимилятами. Попытки совместить люпиноидное соцветие с листовым

аппаратом обладающих высоким биоэнергетическим потенциалом морфотипов хамелеон и расщепённолисточковый пока не увенчалась успехом. Выяснилась их генетическая несовместимость. Опять-таки возникли вопросы к генетикам и физиологам.

В последние два десятилетия прошлого века в лаборатории физиологии растений ВНИИЗБК Н.Е. Новикова и А.В. Амелин под руководством А.П. Лаханова провели большую по масштабу, фундаментальную по глубине, ценную для селекции исследовательскую работу по физиологии продукционного процесса у гороха. На основе комплексного ретроспективного анализа сортов и форм стародавней и современной селекции, исходя из принципа целостности растительного организма, установлены закономерности изменчивости донорно-акцепторных отношений в растениях в процессе эволюции *Pisum sativum* L. в культуре [18, 19].

При этом, в частности, выявлены положительные корреляции между удельной поверхностной плотностью листа (УППЛ) и семенной продуктивностью, между линейной плотностью стебля (ЛПС) и устойчивостью растений к полеганию. Разработаны методы использования этих признаков в селекции высокоурожайных сортов (А.В. Амелин).

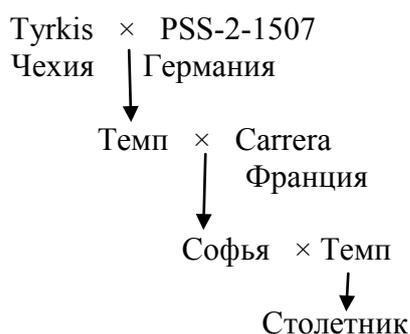
Н.Е.Новикова предложила использовать показатель «отношение длины корня к длине стебля» у 11-ти суточных растений для отбора высокопродуктивных элитных растений. Этот показатель у них находился в диапазоне 3,5-5. Из гибридной комбинации Тырчис (Чехия) × ПСС-2-1507 (Германия) была отобрана линия ФН-154-92, из которой В.Н.У варов создал высокоурожайный, технологичный, с отличными кулинарными достоинствами зерна листочковый сорт **Темп**. Среднеспелый (76-80 суток), короткостебельный (60-85 см), с повышенной устойчивостью к полеганию и засухоустойчивостью. Семена среднечрупные (МТС 220-260 г) с массовой долей протеина в них 23-24%. На Московской ГСС урожай семян составил 54,8 ц/га, стандарта – 34,1 ц/га; на Липецкой ГСС 59,9 ц/га, стандарта – 45,0 ц/га. С 2010 г. сорт Темп допущен к использованию в Центральном и Центрально-Чернозёмном регионах РФ.

От скрещивании линий ФН-154-92 с французским сортом Carrega В.Н.Уваров создал усатый сорт **Софья**. Среднеспелый (75-81 суток), короткостебельный (60-80 см). Семена средней крупности (МТС 220-240 г) с массовой долей протеина в них 23-24% и отличными кулинарными достоинствами. На Ливенском ГСУ Орловской обл. в 2009 г. получено 47,0 ц/га семян Софьи (+1,4 ц/га к стандарту). Максимальный урожай – 49,3 ц/га отмечен на Нижне-Тавдинском сортоучастке Тюменской области в 2011 г. В 2010 г. сорт Софья районирован в Центральном и Центрально-Чернозёмном регионах России.

В лаборатории генетики и биотехнологии ФНЦ ЗБК Г.В.Соболева разработала особо актуальный в условиях глобального потепления метод клеточной селекции гороха на засухоустойчивость путём отбора регенерантов из каллусной ткани на питательной среде с полиэтиленгликолем [20]. На основе этого метода из предоставленных В.Н.Уваровым гибридных семян Софья × Темп создан названный в честь столетия орловской селекции гороха **Столетником** засухоустойчивый, технологичный, с высокими кулинарными достоинствами листочковый сорт. Среднеспелый (64-75 суток), короткостебельный (60-75 см). Средние (МТС 200-220 г) семена по массовой доле сырого протеина (25,0%) немного уступают стандартному сорту Гамбит (26,1%). Но, благодаря более высокой урожайности по сбору белка с гектара, Столетник превосходит его. Зерно отличается хорошей разваримостью: в среднем – 118 мин.; у Гамбита – 142 мин. За годы конкурсного испытания (2019-2021) урожайность Столетника составила в среднем 32,3 ц/га, на 4,6 ц/га выше стандарта. С 2022 г. Столетник проходит государственное испытание на сортоучастках Европейской части России.

Следует обратить внимание, что засухоустойчивые в условиях Среднерусской лесостепи сорта Темп, Софья и Столетник созданы лишь на основе адаптированных к атлантико-континентальному климату сортов (схема) и допущены к использованию только в Центральном и Центрально-Чернозёмном регионах. Поэтому интересно проследить судьбу

Столетника, который заявлен на госиспытание, в том числе в более жёстких по климату Средневолжскому, Северо-Кавказскому и Уральскому регионам.



Наиболее важным выводом в исследованиях физиологов является установление факта, что за сто лет научной селекции гороха увеличение урожайности семян почти в 4 раза произошло за счет повышения уборочного индекса с 20 до 65% и реутилизации основных элементов питания из вегетативных органов в 1,5 — 1,8 раза при практически постоянной величине общей биологической массы растения. Потенциал современных сортов гороха А. В. Амелиным и Н. Е. Новиковой определен в 60-70 ц/га, что подтверждается приведенными выше примерами рекордных урожаев. Поскольку «селекция гороха на урожайность семян путем увеличения уборочного индекса и использования семенами элементов питания свои возможности почти исчерпала, дальнейший прогресс представляется наиболее успешным путем увеличения общей биологической продуктивности растений».

«Перспективным морфологическим типом растений с высокими физиологическими показателями продукционного процесса и повышенным потенциалом продуктивности является хамелеон — форма с ярусной гетерофиллией» [19].

История возникновения формы **хамелеон** начинается в Индии, где генетик Балрам Шарма методом химического мутагенеза получил мутант *tendrilled acacia* (усиковая акация) и обозначил контролирующий его аллель символом *tac* (B. Sharma, 1972). Он же описал рекомбинант *afaftactac*, отличительная особенность которого — усатые листья с редкими случайно расположенными на них листочками (B. Sharma, 1981). Позже форму *afaftactac* изучили в Висконсинском университете США (J.L. Goldman, E. T. Gritton, 1982). Никто из упомянутых авторов не отметил у ней различий в архитектонике листьев в зависимости от их расположения на стебле.

Пожалуй, впервые наличие усатых листьев в среднем ярусе стебля хамелеонов обнаружено в 1989 году во ВНИИ ЗБК у отобранных из F₂ скрещивания *tendrilled acacia* (Индия) × Filby (Великобритания) растений (А. Н. Зеленев, 1991). Архитектоника листа у формы гороха с ярусной гетерофиллией отличается изменчивой экспрессивностью и зависит от расположения листьев на стебле, условий выращивания и генетических особенностей образца. Поэтому она и получила свое название хамелеон. Гетерофиллия детерминирована эпистазом аллеля *af* к *tac* при высокой концентрации продуктов ассимиляции в конусе нарастания стебля.

В систематике *Pisum sativum* L форма хамелеон обозначена как **разновидность Зеленова** — **var. Zelenovii Serd. et Stankev.** Тип: «Линия Аз-92-2210 (Хамелеон), Россия, ВНИИ ЗБК, к-8710 [11].

В процессе реализации селекционной программы по созданию сортов нового морфотипа устранены недостатки первоначально полученных генотипов (полегаемость стебля, низкий уборочный индекс и др.), определена агроэкологическая ниша с уровнем плодородия обеспечивающим урожайность семян 80-90 ц/га; разработаны методы работы с селекционным материалом, созданы высокоурожайные технологичные сорта и генбанк образцов для селекции [21, 22, 23].

Все полученные нами из мировой коллекции ВИР имени Н. И. Вавилова образцы

Украины и США генотипа *afaftactac* имеет полегающий стебель. Пожалуй, лишь в ФНЦ ЗБК при создании сорта **Спартак** нам удалось впервые преодолеть полегаемость формы хамелеон.

Первый российский районированный с 2009 года сорт морфотипа хамелеон создан совместно с Орловским госагроуниверситетом имени Н.В. Парахина индивидуальным отбором из F₄ Аз-23 (хамелеон) x San Cirignano (листочковый, Италия). Среднеспелый (75-82 суток), короткостебельный (65-80 см). Семена средние (180-210 г.); массовая доля белка в них 22,9- 24,2%.

Максимальная урожайность семян (62,3 ц/га, на 15,4 ц/га выше стандарта Таловец 70) достигнута в 2008 г. на Большеболдинском ГСУ Нижегородской области. В Орловской области на Ливенском ГСУ в среднем за 2008 и 2009 гг. урожайность составила 41,6 ц/га, на 3,4 ц/га. больше стандарта Орловчанин. Высокая отзывчивость Спартака на улучшение условий выращивания отмечена в исследованиях Орловского ГАУ имени Н.В. Парахина (Ю.В. Кузьмичева, С.Н. Петрова, 2013), Московского НИИСХ «Немчиновка» (В.Д. Штырхунов и др., 2016).

В отличие от других возделываемых сортов гороха, при увеличении дозы вносимых удобрений урожайность Спартака повышается в возрастающей степени и соответственно, увеличивается рентабельность и доходность производства (А.Н. Zelenov et al., 2021).

Спартак допущен к использованию в 7 регионах Российской Федерации (таблица).

Пилотный сорт направления селекции гороха на повышение биоэнергетического потенциала награжден четвертью серебряной медали ВДНХ (представлен вкпе с тремя сортами других культур).

Не меньшими достоинствами обладает и созданный А.М. Задориным другой сорт морфотипа хамелеон — **Ягуар**. Создан многократным, начиная с F₅, индивидуальным отбором из комбинации Аз-99 (хамелеон) x Татьяна (усатый). Среднеспелый (69-80 суток, стандарт Фараон 72-84 суток). Короткостебельный (55-75 см). Семена крупные (МТС 235-270 г) с массовой долей протеина 23,6-25,4%, отличается высокими кулинарными достоинствами (разваримость 108 минут, вкус отличный).

По урожаю семян в большинстве случаев Ягуар превосходит Спартак. В конкурсном испытании ВНИИ ЗБК (2015-2017 гг.) средняя урожайность Ягуара составила 42,9 ц/га, Фараона -35,1 ц/га. В 2017 г. при урожае 52,2 ц/га Ягуар превысил стандарт на 11,8 ц/га. Максимальная урожайность 63,6 ц/га (+6,2 ц/га к стандартному сорту Томас) достигнута в 2020 г. на Томской сортоиспытательной станции Томской области. Впервые районирован в 2020 г. и в настоящее время допущен к использованию в 5 регионах России.

Все созданные нами сорта и линии морфотипа хамелеон ведут свою родословную от первых образцов, полученных в 1989 г. от скрещивания *tendrilled acacia* x *Filly*. В процессе селекции генотипа высокого биоэнергетического уровня (хамелоны) скрещивают с генотипами низкого уровня, обычно усатыми. Это усложняет формирование морфофизиологических корреляций в будущем сорте. С целью расширения генетического разнообразия морфотипа хамелеон А.М. Задорин осуществил *ресинтез* (повторный синтез) новых генотипов с высокой семенной продуктивностью. От скрещивания tac-6 (усиковая акация) x Орлус и tac-6 x Мультик получены линии X₂ – 12-88, X₂ – 12-89 и X₂ – 12-90, отличающиеся хорошей семенной продуктивностью [24]. А.М. Задорин выявил также эффективность внутриморфных (хамелеон x хамелеон) скрещиваний по сравнению с межморфными [25] и внес коррективы в методику селекции морфотипа хамелеон.

В лаборатории агротехнологий и защиты растений ФНЦ ЗБК де-факто не согласились с расчетами А.В. Амелина и Н. Е. Новиковой по определению потенциальной урожайности современных сортов гороха и в течение нескольких лет безуспешно пытались получить у новых сортов хотя бы 40-50 ц/га семян (М.Т. Голопятов, 2018; М.Т. Голопятов, Б. С. Кондрашин, 2017, 2020; М.Т. Голопятов, Г.П. Гурьев, 2021). Агрофон полей селекционного севооборота также не способствовал выявлению высокоурожайных генотипов нового

поколения. Поэтому, чтобы не потерять ценный селекционный материал, мы решили хотя бы часть эффективных образцов перенести на приусадебный участок, где проводилось известкование, посев сидеральных культур, полновесное внесение минеральных удобрений и, в случае необходимости, полив. В этих условиях неожиданно было отмечено превращение хамелеонов в усатые растения.

Описание опыта:

В 2018 г. было проведено сложное скрещивание [(ТМ-06-457 х Яг-06-83) х (Яг-10-384 х Сибирский 1)]. ТМ-06-457 – образец из НИИСХ Северного Зауралья, Тюмень. Сибирский 1 – из Института цитологии и генетики Сибирского отделения РАН, Новосибирск. Яг-06-83 и Яг-10-384 – образцы А.М. Задорина, ФНЦ ЗБК. Все родительские формы – проверенные на гомозиготность высокопродуктивные хамелеоны. В 2019 г. все растения F_1 были хамелеонами. Для повышения частоты рекомбинации все растения популяции скрестили друг с другом (внутрикомбинационное скрещивание). В 2020 г. в потомстве от внутрикомбинационного скрещивания все листья на растениях были **усатые**. В 2021 г. среди усатых растений F_2 выделено около 7% хамелеонов. В 2022 г. по согласованию с ФНЦ ЗБК популяция F_3 высеяна на высоком агрофоне в отделе селекции АО «Щелково Агрохим», поселок Доброе Орловской области.

Предполагаем, что в данном случае благодаря многоступенчатой внутриморфной гибридизации в условиях интенсивной агротехнологии в растениях повысился уровень биоэнергетического потенциала, а локальный эпистаз аллеля *af* по отношению к *tac* сменился тотальным. Однако, возник вопрос, как эти преобразования отразятся на семенной продуктивности.

Другой случай необычного возникновения усатых растений наблюдается при гибридизации между собой гомозиготных усиковых акаций *tac* и *tac*^A [16].

При толковании этого факта следует также обратить внимание на то, что контрастные рецессивные признаки – усатый лист, акациевидный, усиковая акация, листья хамелеона, рассеченолисточкового в доминантном положении показывает один и тот же фенотип – сложный непарноперистый с несколькими парами листочков лист с усиками в верхней его части. Все это наводит на мысль, что **наследование сложного листа гороха определяется не одним геном, а супергеном, т.е. блоком сцепленных субгенов, которые передаются потомству вместе**. Согласно этой гипотезе, каждый из метамеров листа – листочки или усики, или их супротивные пары контролируются соответствующим субгеном. Наблюдаемые метаморфозы листа гороха обусловлены перестройками внутри супергена.

Не имеющий аналога в мировом разнообразии гороха посевного **рассеченолисточковый мутант** почти на 25% превышает исходный сорт Батрак по накоплению общей биомассы растений (А.Н. Зеленев, В.Ю. Щетинин, 2006). Образцы этого морфотипа выделяются среди других по интенсивности фотосинтеза (В.И. Панарина, 2010), превосходят сорт Батрак по другим физиологическим показателям продукционного процесса: по содержанию хлорофилла (a+b) в листьях в 2 раза и прилистниках в 1,5 раза; по массе корней в 1,3 раза, клубенькообразующей способности в 1,6 раза. Рассеченолисточковые образцы в 1,6 раза превосходят Батрак по активности каталазы в листьях – фермента неспецифической устойчивости растений. В процессе работы с этим морфотипом создана обширная и разнообразная коллекция генисточников для использования, наряду с формой хамелеон, в селекции на повышение биоэнергетического потенциала растения [26, 27].

Наряду с достоинствами, рассеченолисточковые растения недостаточно устойчивы к полеганию. В результате селекционной работы удалось получить генотипы превышающие по устойчивости листочковые сорта (Рас 9/16, например). Это открывает возможность для создания коммерческих сортов нового морфотипа.

Другим способом создания неполегающих фитоценозов с участием рассеченолисточковых растений является предложенная А.А. Жученко фитоценотическая селекция сортов для конкретных сорто- и видосочетаний в смешанных посевах [28]. В наших

опытах урожайность семян одновидовых диморфных посевах гороха почти на 20% превышает монопосев [26]. В связи с этим в ФНЦ ЗБК разработаны принципиальные основы **фитоценотической селекции** диморфных (усатые с рассеченолисточковыми) синтетических сортов гороха, которая предполагает совместную синхронную селекционную проработку компонентов сортовой популяции [29]. В 2022 г. в отделе селекции АО «Щелково Агрохим» высеян генетический материал для фитоценотической селекции гороха.

Создание генотипов с высоким биоэнергетическим потенциалом должно опираться на закономерности микроэволюционного процесса и в методическом плане отличаться от традиционной селекции. Мы назвали это направление селекции **ароморфозным**. «Увеличение размера тела в сочетании с интенсификацией обмена веществ как выражение поднятия организма на более высокую организационную ступень, связанное с коренной перестройкой всей его организации путем полимеризации, т.е. как выражение ароморфоза (арохимоза, арогенеза), может служить в качестве критерия прогресса» (А.П. Хохряков, 1975).

Многие авторы (Б.С. Мошков, 1967; К.М. Завадский, 1968, Н.В. Тимофеев-Ресовский, Н.Н. Воронцов, А.В. Яковлев, 1969; А.П. Хохряков, 1975) считали ароморфозными изменения по повышению энергетического уровня внутри вида. Но были возражения. Поэтому, чтобы в пылу полемики «за деревьями не проглядеть лес», этому направлению дали более громоздкое название — **селекция на повышение биоэнергетического потенциала растения**, основные особенности которого включают:

– элементарный эволюционный материал: форму хамелеон (*aftac*) и рассеченолисточковую (*aftac^A*), а также, возможно: многократно непарноперистую (*aftl*), дважды непарноперистую (*aftltac*), люпиноид Уварова (*fadet*). Кроме этого, привлекает внимание недавно обнаруженная нами новая гетерофильная форма трифоль (А.А. Зеленов, А.Н. Зеленов, 2018);

– элементарные эволюционные факторы: *мутационный процесс*, благодаря которому формируются новые морфогенетические корреляции и регуляторный механизм; *изоляция*, т.е. внутриморфные скрещивания, эффективность которых показал А. М. Задорин; *движущий искусственный отбор* – разработка и освоение технологии возделывания гороха с урожайностью 80-90 ц/га, для отбора на этом фоне элитных растений.

Эта работа потребует постоянного контроля со стороны генетиков и физиологов. Вообще, селекция без генетического, физиологического, биохимического, иммунологического сопровождения, по несоответствующей заданным параметрам агротехнологии, подобна езде на автомобиле без знания его устройства и правил дорожного движения, да еще по ухабистой дороге.

Преобладающим на обозримую перспективу морфотипом гороха остается усатый. В XXI веке в ФНЦ ЗБК создан ряд высокоурожайных, разнообразных по использованию сортов.

И. В. Кондыков совместно с селекционерами Украинского НИИ растениеводства имени В.Я. Юрьева в результате многократного отбора из сложной гибридной популяции F₃ [(Таловец 60 x 616/88) x (Смарагд x Харьковский 85)] x [Харьковский 85 x Смарагд] x Орлус] создал высокоурожайный, технологичный, пластичный сорт **Фараон**. Среднеспелый (68-82 суток), среднестебельный (65-100 см), с усатыми листьями. На плодonoсе формируется 2-3 боба; семена средне-крупные (210-276 г) с черным рубчиком и массовой долей белка в них 22-24%. Высокая урожайность семян отмечена в разных природных зонах России. В 2006 г. на Заинском ГСУ (Татарстан) при урожае 56,3 ц/га Фараон превысил стандарт Казанец на 4 ц/га. На Липецкой ГСС в 2008 г. урожайность составила 58,6 ц/га (Фокор – 50,9 ц/га). Максимальная урожайность – 59,2 ц/га зафиксирована в 2008 г. на Ипатовском ГСУ Ставропольского края (И.В. Кондыков и др., 2012). Фараон с 2008 г. допущен к использованию в 7 регионах России и на Украине (таблица). Следует отметить, что наиболее пластичными обычно являются сорта от сложных скрещиваний (А.Н. Зеленов и др., 2020).

Из сорта Фараон методом массового отбора растений с тремя бобами был создан сорт

Оптимус, который, однако, высокой урожайности не показал и был районирован в 2015 г. в Северо-Западном и Западно-Сибирском регионах.

Сорт гороха на зерно **Родник** В.Н. Уваров создал индивидуальным отбором из сложной многоступенчатой гибридной комбинации, на последнем этапе которой усатую линию Ус-93-1381 (сибс Мультика) скрестили с листочковым зеленосеменным образцом А-1907. Сорт среднеспелый (70-82 суток), короткостебельный (60-80 см), с усатыми листьями. Семена среднекрупные (240-270 г), желтые, с массовой долей белка в них около 25% и отличными кулинарными достоинствами. Максимальная урожайность семян – 60,2 ц/га достигнута в госиспытании в 2015 г. в Московской области. Районирован с 2016 г. в Центральном и Северо-Кавказском регионах.

История создания усатого сорта на зерно **Эстафета** напоминает легкоатлетическую эстафету: гибридизацию и работу с гибридным материалом провел И. В. Кондыков, начальные этапы селекционного процесса – В.Н. Уваров, заключительные – А.М. Задорин и А.А. Зеленев. Сорт создан индивидуальным отбором усатого растения из F₄ комбинации Софья х Темп. Листочковые растения этой комбинации стали родоначальниками сорта Столетник (см. выше).

Эстафета – среднеспелый (около 84 суток), короткостебельный (65-90 см) сорт. Семена среднекрупные (230-245) с массовой долей протеина 20-25%. Кулинарные достоинства хорошие. В конкурсном испытании института наиболее высокая урожайность семян – 47,7 ц/га получена в 2017 г., максимальная – 50,3 ц/га в 2020 г. на Липецкой ГСС. С 2021 г. сорт Эстафета допущен к использованию в Центральном регионе России (А.М. Задорин и др., 2021).

Раннеспелый, усатый, с неосыпающимися семенами сорт **Шустрик** создан в результате двукратного отбора из гибридной комбинации Спрут 2 хНја-51666 (к-8176, Финляндия). Сорт короткостебельный (40-65 см), созревает на 6-9 суток раньше среднеспелых стандартов. Семена средние (210-252 г) с массовой долей протеина 22,3-26,2%. Максимальная урожайность – 43,3 ц/га при посеве с нормой высева 1,2 млн. всхожих семян на га получена в 2001 г. в госиспытании Владимирской области. Наиболее высокую урожайность сорт Шустрик показывает в загущенном посеве с нормой высева 1,8 млн. всхожих семян на гектар. Так, в 1996 г. при 1,2 млн. урожай семян составил 37,4 ц/га, при 1,8 – 45,1 ц/га; среднеспелый стандарт Труженик, соответственно, 44,4 и 42,8 ц/га. Даже с учетом дополнительного расхода семян на посев в загущенном посеве Шустрик превосходит Труженик (А. Н. Зеленев и др., 2000). Но нашими рекомендациями никто не воспользовался, и Шустрик после госиспытания с нормой высева нормой 1,2 млн. в 2003 г. допустили к использованию в Северо-Западном и Центральном регионах. До настоящего времени Шустрик единственный раннеспелый сорт гороха в Госреестре РФ.

У гороха, по сравнению с многими другими культурами довольно крупные семена. Поэтому была поставлена задача создать мелкосеменной сорт гороха. В 2000 году методом индивидуального отбора из гибридной комбинации 78PS2148 (Нидерланды) х Ус-87-022 создан и передан на госиспытание усатый сорт **Мультик** с массой 1000 семян 145-178 г. семена неосыпающиеся с массовой долей протеина 23,9-26,6%.

Сорт среднеспелый (64-88 суток), короткостебельный (54-87 см). В 2001 г. на Целинском ГСУ Ростовской области урожай Мультика составил 57,4 ц/га, стандартного сорта Аксайский усатый 5 – 43,8 ц/га. С 2003 г. Мультик допущен к использованию в пяти регионах России (таблица), с 2004 г. в Республике Беларусь (И. В. Кондыков, А. Н. Зеленев, 2006).

В крахмале морщинистых семян гороха содержится до 70-90% амилозы. Такой крахмал можно использовать в диетическом питании диабетиков для приготовления энзимрезистентных продуктов, а также в производстве экологических изделий из биоразлагаемой пластмассы.

Во ВНИИЗБК впервые в России создан высокоамилозный усатый сорт **Амиор** (Орлус х Совинтер 1), который с 2015 допущен к использованию в Центрально-Черноземном регионе.

Допущенные к использованию сорта гороха селекции ФНЦ ЗБК

Сорта	Годы		Региона допуска	Морфологические и хозяйственные особенности	Соавторы
	создания	допуска			
Стрелецкий	1976	1979	3	лч, укосный	
Орловский 3	1980	1985	3	лч, зерновой	
Аист	1981	1985	4, 5; Беларусь	лч, укосный	
Стрелецкий 11	1981	1985	3, 5	лч, зерновой	
Малиновка	1982	1987	1, 3-7, 10, 12	лч, пел, укосная	
Татарстан 2	1985	1989	1, 3, 7	лч, укосный	Татарский НИИСХ
Стрелецкий 31	1986	1991	3, 5	лч, укосный	
Орловчанин	1987	1991	3-8, Украина	лч, зерновой	
Норд	1988	1992	3, 4, 5, 7, 9, 10, Украина	ус, <i>def</i> , зерновой	
Спрут	1988	1993	2, 4, 7, 8, 9, 11	ус, укосный	
Орлус	1990	1994	3, 4, 6	ус, зерновой	
Орпела	1990	1994	3, 7, 8, 12	лч, пел, зерновая	
Спрут 2	1991	1994	4	ус, зерновой	Днепропетровский ГАУ
Орловчанин 2	1992	1995	3, 5, 6, 8	лч, <i>deh</i> , <i>def</i> , зерновой	Самарский НИИСХ
Зарянка	1993	1997	2, 3, 5, 8, 10, 12, Беларусь	лч, пел, укосная	
Батрак	1996	1999	3, 5, 6, 7, 10, 11	ус, <i>deh</i> , <i>def</i> , зерновой	
Алла	1998	2001	2, 3, 4, 8, 10, Беларусь	ус, пел, <i>def</i> ., зерновая	
Шустрик	1999	2003	2, 3	ус, <i>def</i> , зерновой	
Мультик	2000	2003	3, 4, 6, 8, 9, Беларусь	ус, <i>def</i> , зерновой	
Визир	2000	2003	6, 8	лч, <i>def</i> , зерновой	
Фараон	2005	2008	3, 5-10, Украина	ус, зерновой	Украинский НИИР
Темп	2005	2010	3, 5	лч, зерновой	
Спартак	2005	2009	3-7, 9, 12	яг, зерновой	Орловский ГАУ им. Н.В.Парахина
Русь	2007	2010	10, 11	ус, зерновой	НИИСХ Сев. Зауралья, Сибирский НИИРиС
Софья	2007	2010	3, 5	ус, зерновой	
Юбилейный	2011	2015	Беларусь	ус, зерновой, симбиоз	ВНИИ с.х. микробиологии, Минская ГОСХОС
Амиор	2012	2015	5	ус, зерновой, амилозный	
Оптимус	2012	2015	2, 10	ус, зерновой	
Родник	2013	2016	3, 6	ус, зерновой	
Ягуар	2018	2020	4, 5, 6, 8, 10	яг, зерновой	
Эстафета	2019	2021	3	ус, зерновой	
Столетник	2021			лч, зерновой	

Примечания: Регионы госсортоиспытания Российской Федерации: 1 – Северный, 2 – Северо-Западный, 3 – Центральный, 4 – Волго-Вятский, 5 – Центрально-Чернозёмный, 6 – Северо-Кавказский, 7 – Средневолжский, 8 – Нижневолжский, 9 – Уральский, 10 – Западно-Сибирский, 11 – Восточно-Сибирский, 12 – Дальневосточный

Особенности: лч – листочковый, ус – усатый, яг – ярусная гетерофиллия (хамелеон), пел – пелюшка, def – неосыпающиеся семена, deh – детерминантный самарской модели.

Сорт среднеспелый (72-86 суток), короткостебельный (65-75 см). Семена морщинистые, среднекрупные (180-240 г) с массовой долей белка в них 23%. В крахмале семян содержится 71-83% амилозы. По урожаю семян в конкурсном испытании (2009-2011 гг.) Амиор (27,5 ц/га) на 40,3% превысил стандарт с морщинистыми семенами Вега (19,6 ц/га), но уступил гладкозерному сорту Орловчанин (30,9 ц/га) (А. Н. Зеленев и др, 2014).

В Орловском ГАУ им. Н.В. Парахина и ВНИИЗБК проведены глубокие исследования по разработке ресурсосберегающей агротехнологии, основанной на симбиотическом взаимодействии растений с ризосферными микроорганизмами. Для такой агротехнологии во ВНИИЗБК в творческом сотрудничестве с ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии, ВИР им. Н.И. Вавилова и Минской опытной станцией Т.С. Наумкина создала адаптированный к этим условиям усатый сорт **Юбилейный**. После серии насыщающих скрещиваний высокоотзывчивого на одновременную двойную инокуляцию образца к-8274 (Франция) с усатым французским же сортом Classik в F₄ проведен отбор генотипов, формирующих высокую семенную продуктивность на фоне инокуляции *Rhizobium leguminosorum* b.v. *viciae* + грибы *Glomus* sp. Максимальная урожайность Юбилейного - 62,0 ц/га получена в 2009 г. во ВНИИЗБК. С 2015 г. сорт Юбилейный допущен к использованию в Беларуси.

Таким образом, на орловской земле за сто лет создано 32 успешно прошедших госиспытание сорта гороха. Один - Шатиловский зеленозерный, 31 представленный в таблице сорт ФНЦЗБК. За первые 33 благоприятных для селекции года в ФНЦЗБК создано 12 сортов. Практически за столько же трудных послеперестроечных лет – 19. Дело не только в подготовленном прежде заделе. Основную роль играет личность селекционера. Над созданием сорта работает несколько специалистов. В статье указаны «главные конструкторы» – селекционеры, которые организуют селекционный процесс и непосредственно участвуют в нем «от и до».

З.Ш. Шамсутдинов таким селекционерам дал нравственно-политическую характеристику, которая предполагает «Цельность личности натуры селекционера. Он скроен из особого материала, сочетающего высокие моральные качества, преданность своему делу, осознание важности селекции в судьбе Родины, беспредельная любовь в своему объекту селекции, умноженное на патриотизм» (З.Ш. Шамсутдинов, 2007).

К этому следует добавить, что селекционер должен обладать широким кругозором знаний, умением выдержать марафонский темп селекционных исследований, интуицией и экстрасенсорными способностями, которые вырабатываются в продолжении долгих лет. Растение – живой организм и в процессе обмена веществ создает вокруг себя электромагнитное поле. 60-летний опыт работы с горохом одного из авторов этой статьи дает основание утверждать о возможности чувствовать эти сигналы. Для этого на селекционное поле нужно приходиться в одиночку с хорошим, доброжелательным расположением духа, отключать мобильный телефон и целиком сосредотачиваться на контакте с растением. Чешский селекционер Й. Кройцман из фирмы «Selgen», обладая сенсорными способностями, подбирал пары для скрещивания гороха с помощью биолокации. Но раскрывать детали этого метода он отказался.

Селекционер должен жить долго, жить в одном месте и работать с одной культурой. Селекционер – «штучный» объект в системе сельскохозяйственной науки. Об особом отношении к нему почти 90 лет назад говорил Н.И. Вавилов (1966): «В организации сортового семеноводства и селекции надо решительно учесть специфику этого дела,

требующую постоянства персонала, преемственности в работе, решительной ликвидации функционального руководства, стабилизации селекционной и семеноводческой сети. Номадизм [кочевой образ жизни – А.Н. Зел.] персонала станций в селекции недопустим. Настоящий руководитель селекционной станции и семеноводческого хозяйства должен знать технику дела до деталей, знать сущность селекционного процесса, все этапы селекции, специфику растений. Необходимо решительное проведение мероприятий по стабилизации как сети, персонала, так и по созданию условий постоянной преемственной работы».

Литература

1. Зеленев А.Н., Лаханов А.П., Новикова Н.Е. Генетическая специфика накопления и перераспределения элементов питания в растениях у сортов гороха современной и стародавней селекции // Доклады ВАСХНИЛ, - 1988, - № 9. – С. 42-44.
2. Зарьянова З.А. Шатиловская сельскохозяйственная опытная станция в лицах и публикациях (1896-2006 гг.) – Орёл: Картуш, - 2006 – 422 с.
3. Рюриков Н.А. Горох Шатиловский зеленозёрный // Зерновые и масличные культуры, - 1965. - № 1.
4. Зотиков В.И., Мазалов В.И., Сидоренко В.С., Наумкина Т.С., Грядунова Н.В., Хмызова Н.Г. Экологическое испытание сортов и гибридов сельскохозяйственных культур на Шатиловской СХОС. – Орёл, ВНИИЗБК, - 2017. – 88 с.
5. Амелин А.В., Кондыков И.В. Фотосинтетические особенности растений зерновых и зерноукосных сортов гороха // Биологический и экономический потенциал зерновых, крупяных культур и пути его реализации: - Орёл: ВНИИЗБК, - 1997. – С. 44-50.
6. Соболев Н.А., Агаркова С.Н. Отдалённая гибридизация в роде *Pisium L.* // Хвостова В.В. (редактор) Генетика и селекция гороха. Новосибирск: СО изд-во «Наука», - 1975. – С.141-161.
7. Варлахов М.Д., Чекалин Н.М., Зеленев А.Н., Макогонов Е.И. Эффективность оценки комбинационной способности родительских форм. Комплексная программа «Тенакс» в селекции гороха // Селекция и семеноводство, - 1986. - № 4. – С. 14-16
8. Зеленев А.Н. О признаке неосыпаемости семян у гороха // Зернобобовые и крупяные культуры, - 2013. - № 2 (5). – С. 79-85.
9. Чекалин Е.И. Морфофизиологические особенности гороха полевого и его перспективы в селекции на семенную продуктивность. – Автореферат дисс... канд.с.х. наук. Орёл: ОрелГАУ, - 2009. – 24 с.
10. Амелин А.В., Кондыков И.В., Чекалин Е.И., Кондыкова Н.Н. Морфофизиологический потенциал *Pisum sativum ssp. arvense L.* и селекционные аспекты его реализации. Орёл: Картуш, - 2018. – 180 с.
11. Сердюк В.П., Станкевич А.Н. Новые внутривидовые таксоны гороха полевого (*Pisum sativum L.*) // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, - 2001. - Т.154. – С. 87-92.
12. Агаркова С.Н. Генетика признаков продуктивности зернобобовых культур. – Автореферат дисс... канд.биол. наук. Санкт-Петербург, - 1992. – 42 с.
13. Яковлев В.Л. Интродукция генов *af*, *def* и *deh* в генотип высокоурожайного сорта гороха Смарагд // Сб. Совершенствование селекции и технологии возделывания зерновых бобовых и крупяных культур. – Орёл: ВНИИЗБК, - 1992. – С. 27-34.
14. Кондыков И.В., Зотиков В.И., Зеленев А.Н., Кондыкова Н.Н., Уваров В.Н. Биология и селекция детерминантных форм гороха. – Орёл: Изд-во ПФ «Картуш», - 2006. – 120 с.
15. Зеленев А.Н., Павловская Н.Е., Щетинин В.Ю., Корниенко Н.Н. Непрерывная трансформация у генома гороха // Доклады РАСХН, - 2011. - № 5. – С. 12-15.
16. Зеленев А.Н., Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Новикова Н.Е., Щетинин В.Ю., Борзенкова Г.А., Бобков С.В., Зеленев А.А., Азарова Е.Ф., Уварова О.В. Биологический потенциал и перспективы селекции расщечнолисточкового морфотипа гороха // Зернобобовые и крупяные культуры, - 2013. - № 4 (8). – С. 3-11.
17. Зеленев А.Н., Титенок Т.С. Роль прицветничков в формировании семенной продуктивности у гороха // Доклады РАСХН, - 2001. - № 6. – С. 8-10.
18. Амелин А.В. Морфофизиологические основы повышения эффективности селекции гороха. – Автореферат дисс... докт. с.х. наук. – М.: 2001.- 46с.
19. Новикова Н.Е. Физиологическое обоснование роли морфотипа растений в формировании урожайности сортов гороха. – Автореферат дисс... докт.с.х. наук. Орёл: - 2002. – 46 с.
20. Соболева Г.В., Суворова Г.Н., Кондыков И.В., Зотиков В.И. Метод клеточной селекции гороха на устойчивость к абиотическим факторам среды (методические рекомендации). – М.: - 2011. – 25 с.
21. Зеленев А.Н., Амелин А.В., Новикова Н.Е. Перспективы использования новой селекционной формы гороха хамелеон // Доклады РАСХН, - 2000. - № 4. – С. 15-17.
22. Зеленев А.Н. Потенциал гетерофильной формы гороха и пути его реализации // Аграрная Россия, - 2011. - № 3. – С. 13-16.
23. Зеленев А.Н., Задорин А.М., Зеленев А.А. Первые результаты создания сортов гороха морфотипа хамелеон // Зернобобовые и крупяные культуры, 2018. №2(26). – С.10-17. DOI: 10.244111/2309-348X – 2018-10009.
24. Задорин А.М., Уваров В.Н., Зеленев А.Н., Зеленев А.А. Перспективные морфотипы гороха // Земледелие, - 2014. - № 4. – С. 24-25.

25. Задорин А.М. Гетерофильная форма гороха и её селекционные свойства // Зернобобовые и крупяные культуры, - 2013. - №4 (8). – С. 16-18.
26. Зеленов А.А., Зеленов А.Н., Новикова Н.Е. Физиологический и адаптивный потенциал рассеченнолисточкового морфотипа гороха в чистых и смешанных посевах // Зернобобовые и крупяные культуры, - 2015. - № 4 (16). – С. 3-12.
27. Зеленов А.А., Зеленов А.Н., Бударина Г.А., Бобков С.В. Создание и использование в селекции генетического разнообразия рассеченнолисточкового морфотипа гороха // Зернобобовые и крупяные культуры, - 2017. - № 2 (22). – С. 8-16.
28. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы): теория и практика. Т.2. – М.: «Агрорус», - 2009. – 1104 с.
29. Зеленов А.А., Зеленов А.Н. Новикова Н.Е. Принципы и методы селекции диморфных синтетических сортов гороха // Зернобобовые и крупяные культуры, - 2016. - №4 (29). – С. 31-37.

References

- Zelenov A.N., Lakhanov A.P., Novikova N.E. Geneticheskaya spetsifika nakopleniya i pereraspredeleniya elementov pitaniya v rasteniyakh u sortov gorokha sovremennoi i starodavnei seleksii [Genetic specificity of accumulation and redistribution of nutrients in plants in pea varieties of modern and ancient breeding]. *Doklady VASKhNIL*, 1988, no.9, pp.42-44. (In Russian)
- Zar'yanova Z.A. Shatilovskaya sel'skokhozyaistvennaya opytnaya stantsiya v litsakh i publikatsiyakh (1896-2006 gg.) [Shatilovskaya Agricultural Experimental Station in Persons and Publications (1896-2006)], Orel: *Kartush Publ.*, 2006, 422 p. (In Russian)
- Ryurikov N.A. Gorokh Shatilovskii zelenozernyi [Shatilovsky green peas]. *Zernovye i maslichnye kul'tury*, 1965, no.1. (In Russian)
- Zotikov V.I., Mazalov V.I., Sidorenko V.S., Naumkina T.S., Gryadunova N.V. Khmyzova N.G. Ekologicheskoe ispytanie sortov i gibridov sel'skokhozyaistvennykh kul'tur na Shatilovskoi SKhOS [Ecological testing of crop varieties and hybrids at the Shatilovskaya agricultural enterprise], Orel, VNIIZBK, 2017, 88 p. (In Russian)
- Amelin A.V., Kondykov I.V. Fotosinteticheskie osobennosti rastenii zernovykh i zernoukosnykh sortov gorokha. Biologicheskii i ekonomicheskii potentsial zernovykh, krupyanykh kul'tur i puti ego realizatsii [Photosynthetic features of plants of grain and grain-and-fodder varieties of peas. Biological and economic potential of cereals, groat crops and ways of its realization]. Orel, VNIIZBK, 1997, pp.44-50. (In Russian)
- Sobolev N.A., Agarkova S.N., Khvostova V.V., ed. Otdalennaya gibridizatsiya v rode Pisium L. Genetika i selektsiya gorokha [Distant hybridization in the genus Pisium L. Genetics and breeding of peas]. Novosibirsk: SO izd-vo «Nauka», 1975, pp.141-161. (In Russian)
- Varlakhov M.D., Chekalin N.M., Zelenov A.N., Makogonov E.I. Effektivnost' otsenki kombinatsionnoi sposobnosti roditel'skikh form. Kompleksnaya programma «Tenaks» v seleksii gorokha [Effectiveness of assessing the combinative ability of parental forms. Comprehensive program "Tenax" in pea breeding]. *Selektsiya i semenovodstvo*, 1986, no.4, pp.14-16 (In Russian)
- Zelenov A.N. O priznake neosypaemosti semyan u gorokha [Nonshattering Attribute of Peas Seeds]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2013, no. 2(5), pp.79-85. (In Russian)
- Chekalin E.I. *Morfofiziologicheskie osobennosti gorokha polevogo i ego perspektivy v seleksii na semennuyu produktivnost'* [Morphophysiological features of field pea and its prospects in breeding for seed productivity. Dr. agric sci. diss.]. Orel, OrelGAU, 2009, 24 p. (In Russian)
- Amelin A.V., Kondykov I.V., Chekalin E.I., Kondykova N.N. Morfofiziologicheskii potentsial Pisum sativum ssp. arvense L. i selektsionnye aspekty ego realizatsii [Morphophysiological potential of Pisum sativum ssp. arvense L. and breeding aspects of its realization]. Orel: *Kartush Publ.*, 2018, 180 p. (In Russian)
- Serdyuk V.P., Stankevich A.N. Novye vnutrividovye taksony gorokha polevogo (Pisum sativum L.) [New intraspecific taxons of field pea (Pisum sativum L.)]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii*. 2001, v.154, pp.87-92. (In Russian)
- Agarkova S.N. *Genetika priznakov produktivnosti zernobobovykh kul'tur* [Genetics of grain legume productivity traits. Dr.biol. sci. diss.], St. Petersburg, 1992, 42p. (In Russian)
- Yakovlev V.L. Introduktsiya genov af, def i deh v genotip vysokourozhainogo sorta gorokha Smaragd. Sbornik Sovershenstvovanie seleksii i tekhnologii vozdel'yvaniya zernovykh bobovykh i krupyanykh kul'tur [Introduction of af, def and deh genes into the genotype of high-yielding variety of pea Smaragd. Collection: Improvement of breeding and cultivation technology of grain legumes and groat crops], Orel: VNIIZBK, 1992, pp. 27-34. (In Russian)
- Kondykov I.V., Zotikov V.I., Zelenov A.N., Kondykova N.N., Uvarov V.N. Biologiya i selektsiya determinantnykh form gorokha [Biology and breeding of determinant forms of peas]. Orel, «Kartush» Publ., 2006, 120 p.
- Zelenov A.N., Pavlovskaya N.E., Shchetinin V.Yu., Kornienko N.N. Nepreryvnaya transformatsiya u genoma gorokha [Continuous transformation in the pea genome]. *Doklady RASKhN*, 2011, no.5, pp.12-15. (In Russian)
- Zelenov A.N., Zotikov V.I., Naumkina T.S., Novikova N.E., Shchetinin V.Yu., Borzenkova G.A., Bobkov S.V., Zelenov A.A., Azarova E.F., Uvarova O.V. Biologicheskii potentsial i perspektivy seleksii rassechenolistochkovogo morfotipa gorokha [Biological potential and prospects of selection of dissected leaf morphotype of peas]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2013, no.4 (8), pp. 3-11. (In Russian)

17. Zelenov A.N., Titenok T.S. Rol' pritsvetnichkov v formirovanii semennoi produktivnosti u gorokha [The role of bracts in the formation of seed productivity in peas]. *Doklady RASKhN*, 2001, no.6, pp. 8-10. (In Russian)
18. Amelin A.V. Morfofiziologicheskie osnovy povysheniya effektivnosti seleksii gorokha [Morphophysiological bases for increasing the efficiency of pea breeding. Dr. agric sci. diss.]. Moscow, 2001, 46 p. (In Russian)
19. Novikova N.E. Fiziologicheskoe obosnovanie roli morfotipa rastenii v formirovanii urozhainosti sortov gorokha [Physiological substantiation of the role of plant morphotype in the formation of productivity of pea varieties. Dr. agric sci. diss.] Orel, 2002, 46 p. (In Russian)
20. Soboleva G.V., Suvorova G.N., Kondykov I.V., Zotikov V.I. Metod kletochnoi seleksii gorokha na ustoichivost' k abioticheskim faktoram sredy (metodicheskie rekomendatsii) [Method of pea cell breeding for resistance to abiotic environmental factors (guidelines)], Moscow, 2011, 25 p. (In Russian)
21. Zelenov A.N., Amelin A.V., Novikova N.E. Perspektivy ispol'zovaniya novoi selektsionnoi formy gorokha khameleon [Prospects for the use of a new breeding form of chameleon pea]. *Doklady RASKhN*, 2000, no.4, pp.15-17. (In Russian)
22. Zelenov A.N. Potentsial geterofil'noi formy gorokha i puti ego realizatsii [Potential of heterophyllic form of peas and ways of its realization]. *Agrarnaya Rossiya*, 2011, no.3, pp.13-16. (In Russian)
23. Zelenov A.N., Zadorin A.M., Zelenov A.A. Pervye rezul'taty sozdaniya sortov gorokha morfotipa khameleon [The first results of creating pea varieties of the chameleon morphotype]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2018, no. 2(26), pp.10-17. DOI: 10:244111/2309-348Kh - 2018-10009. (In Russian)
24. Zadorin A.M., Uvarov V.N., Zelenov A.N., Zelenov A.A. Perspektivnye morfotipy gorokha [Promising morphotypes of peas]. *Zemledelie*, 2014, no.4, pp. 24-25. (In Russian)
25. Zadorin A.M. Geterofil'naya forma gorokha i ee selektsionnye svoistva [Heterophyllous form of peas and its selection properties]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2013. no. 4(8), pp.16-18. (In Russian)
26. Zelenov A.A., Zelenov A.N., Novikova N.E. Fiziologicheskii i adaptivnyi potentsial rassechennolistochkovogo morfotipa gorokha v chistykh i smeshannykh posevakh [Physiological and adaptive capacity of dissected pinnuled leaf morphotype of peas in the pure and mixed croppings]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2015, no. 4(16), pp. 3-12. (In Russian)
27. Zelenov A.A., Zelenov A.N., Budarina G.A., Bobkov S. V. Sozдание i ispol'zovanie v seleksii geneticheskogo raznoobraziya rassechennolistochkovogo morfotipa gorokha [Creation and use of genetic diversity in breeding of dissected leaf morphotype of pea]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2017, no. 2(22), pp. 8-16. (In Russian)
28. Zhuchenko A.A. Adaptivnoe rastenievodstvo (ekologo-geneticheskie osnovy): teoriya i praktika. V.2, Moscow, «Agrorus» Publ., 2009, 1104p. (In Russian)
29. Zelenov A.A., Zelenov A.N. Novikova N.E. Printsipy i metody seleksii dimorfnykh sinteticheskikh sortov gorokha [Principles and methods of selection of dimorphous synthetic varieties of peas]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2016, no. 4(29), pp. 31-37. (In Russian)