

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ГОРОХА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ

Т.Д. БАБУШКИНА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID 0009-0005-4899-1442

А.А. ЯРОСЛАВЦЕВ, ORCID ID 0000-0002-2020-4647

Т.И. АЛЕКСАНИНА, ORCID ID 0000-0001-6549-1718

Л.А. КОЛЧИНА, ORCID ID 0009-0002-2966-3003

А.А. ЗЕЛЕНОВ*, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID 0000-0003-4544-7845

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

НИИСХ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ – филиал ФГБУН ФИЦ ТЮМЕНСКОГО НЦ СО РАН,
г. Тюмень

*ООО НПО БЕТАГРАН-СЕМЕНА

(СЕЛЕКЦИОННО-СЕМЕНОВОДЧЕСКИЙ ЦЕНТР АО ЩЁЛКОВО-АГРОХИМ),

п. Доброе, Орловская обл., Россия. E-mail: Zelenov-a-a@yandex.ru

**ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР», г. Орёл

Подведены итоги многолетнего научно-технического сотрудничества НИИСХ Северного Зауралья и ФНЦ зернобобовых и крупяных культур по селекции гороха. Показано, что в агроэкологических условиях лесостепи Северного Зауралья, наряду с листочковыми и усатыми, могут возделываться конкурентоспособные сорта морфотипа хамелеон. Дополнительного изучения требуют рассечённолисточковые формы и люпиноиды. По данным 2022 года в НПО «Бетагран-Семена» (Орловская область) потенциальные возможности они проявляют при интенсивной технологии возделывания.

В результате изучения в 2019-2021 гг. в НИИСХ СЗ 20-ти образцов гороха селекции ФНЦ ЗБК в сравнении с местными безлисточковыми стандартами Русь и Томас для использования в селекции рекомендованы следующие генисточники: устойчивости к полеганию (Русь, Ус-115/16, ЛУ-115-09); крупносемянности (Родник, Яг-07-643, Яг-11-104, Темп, ЛУ-138-16); с большим количеством бобов на растении (Фараон, Яг-07-643, Яг-10-384, Рас-1070/8, Рас-828/9, ЛУ-138-16); высокой озёрнёностью боба (Родник, Ус-95/16, Ус-115/16, Х₂-12-90, Рас-1098/8).

Из гибридных комбинаций ФНЦ ЗБК в НИИСХ СЗ создан и допущен к использованию безлисточковый сорт Русь, устойчивый к полеганию генисточник Крепыш, высокопродуктивные линии морфотипа хамелеон ТМ-06-455, ТМ-06-457. Две последние подготовлены для передачи на государственное сортоиспытание.

Ключевые слова: горох, морфотип, селекция, сорта, генисточники, сотрудничество.

Для цитирования: Бабушкина Т.Д., Ярославцев А.А., Алексанина Т.И., Колчина Л.А., Зеленов А.А., Зеленов А.Н. Экологическая оценка селекционного материала гороха в условиях Северного Зауралья. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023; 1(45):12-21. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-12-21

ECOLOGICAL EVALUATION OF PEA BREEDING MATERIAL UNDER THE CONDITIONS OF THE NORTHERN TRANS-URALS

T.D. Babushkina, A.A. Yaroslavtsev, T.I. Aleksanina, L.A. Kolchina,

A.A. Zelenov*, A.N. Zelenov**

RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE OF THE NORTHERN TRANS-URALS –
BRANCH FSBIAS FRC OF TYUMEN SC OF SIBERIAN BRANCH OF RAS, Tyumen'

*ООО NPO BETAGRAN-SEEDS (BREEDING AND SEED CENTER AO SHCHELKOVO AGROCHEM), p. Dobroe, Orlovskaya obl., Russia

** FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS», Orel

Abstract: *The results of long-term scientific and technical cooperation between the Research Institute of Agriculture of the Northern Trans-Urals (NIISKh SZ) and the Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops (FNTs ZBK) in pea breeding have been summed up. It is shown that in the agroecological conditions of the forest-steppe of the Northern Trans-Urals, along with leafy and tendril varieties, competitive varieties of the chameleon morphotype can be cultivated. Dissected leaf forms and lupinoids require additional study. According to the data of 2022 in NPO “Betagran-Seeds” (Oryol region) their potential is displayed with intensive cultivation technology.*

As a result of a study in 2019-2021 in NIISKh SZ of twenty accessions of peas of the FNTs ZBK breeding in comparison with the local leafless standards Rus and Thomas, the following genetic sources are recommended for use in breeding: lodging resistance (Rus', Us-115/16, LU-115-09); large seeds (Rodnik, Yag-07-643, Yag-11-104, Temp, LU-138-16); with lots of beans per plant (Faraon, Yag-07-643, Yag-10-384, Ras-1070/8, Ras-828/9, LU-138-16); high bean content (Rodnik, Us-95/16, Us-115/16, Kh₂-12-90, Ras -1098/8). From hybrid combinations of FNTs ZBK in NIISKh SZ, a leafless variety Rus, a lodging-resistant gene source Krepysh, highly productive lines of the chameleon morphotype TM-06-455, TM-06-457 were created and approved for use. The last two are prepared for transfer to the State Variety Testing.

Keywords: pea, morphotype, breeding, varieties, genetic sources, cooperation.

Одно из условий стабильного производства сельскохозяйственной продукции состоит в биологическом и агроэкологическом разнообразии возделываемых сортов. Генетические исследования и селекционная практика более чем за 100 лет значительно обогатила арсенал наследственной изменчивости *Pisum sativum* L. Наиболее существенное воздействие на продукционный процесс оказали изменения в архитектонике листа. До середины XX века все возделываемые сорта имели листочковые («обычные») листья. Усатые формы произвели революционный эффект в селекции гороха. Благодаря устойчивости к полеганию культура стала технологичной, возросла реализация продукционного потенциала. Максимальная урожайность современных сортов листочкового и усатого морфотипов в условиях Центральной России достигает 6-7 т/га.

Прорывным направлением в селекции на преодоление этого рубежа стало создание обладающих высоким биоэнергетическим потенциалом сортов морфотипа хамелеон, способных формировать урожай семян до 8-9 т/га [1]. В Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ на 2022 год, включены два сорта этого морфотипа – Спартак и Ягуар. Оба созданы в ФНЦ ЗБК. Следует обратить внимание на то, что своё преимущество эти сорта проявляют при интенсивной технологии возделывания [2].

В ФНЦ зернобобовых и крупяных культур со времени его основания проводится большая работа по поиску и созданию генетического разнообразия профильных видов растений [3]. В числе принципиально новых образцов гороха здесь впервые в мире обнаружены неизвестные ранее в систематике *Pisum sativum* L. рассечённолисточковая форма и форма люпиноид [4], а также вторая после хамелеона гетерофилльная форма гороха трифоль (А.А. Зеленов, А.Н. Зеленов, 2018). Теоретический и практический интерес представляет их реакция на различные экологические условия возделывания.

НИИСХ Северного Зауралья и ФНЦ ЗБК вот уже четверть века плодотворно сотрудничают по созданию, обмену, изучению генетических источников и гибридных комбинаций с различными морфотипами и использованию их в селекции гороха. Положительными результатами сотрудничества явилось создание районированного в Западной и Восточной Сибири сорта совместной селекции Русь, высокоустойчивого к полеганию усатого генотипа Крепыш, высокопродуктивных, пластичных, с хорошей

комбинационной способностью линий-хамелеонов ТМ-06-455, ТМ-06-457 и ряда других ценных образцов.

Цель настоящего исследования состоит в изучении биологических особенностей и урожайности созданных в ФНЦ ЗБК сортов и линий гороха с изменённой архитектоникой листа и флоральной зоны (люпиноиды) в условиях лесостепи Северного Зауралья.

Условия, материалы и методы исследований

Изучение представленных в таблицах 2 и 4 образцов гороха селекции ФНЦ ЗБК проводили в 2018, 2019 и 2021 годах на опытном поле НИИСХ Северного Зауралья в континентальных климатических условиях северной части Западно-Сибирской лесостепной природно-сельскохозяйственной провинции, отличающейся от Среднерусской лесостепи, где расположен ФНЦ ЗБК, большей континентальностью климата, более короткой продолжительностью активной вегетации, меньшей суммой активных температур и атмосферных осадков. В летний период интенсивность солнечной радиации в Западной Сибири выше, чем в Центральной России.

Погодные условия в районе НИИСХ СЗ в годы исследования были контрастными, что позволило разносторонне оценить реакцию исследованных генотипов (табл. 1).

Таблица 1

Метеорологические условия вегетационных периодов по ст. Тюмень

| Месяц | Среднесуточная температура воздуха, °С | | | | Осадки, мм | | | | ГТК по Г.Т.Селянинову (1928) | | | |
|------------|--|------|------|-------------------|------------|-------|------|-------------------|------------------------------|------|------|-------------------|
| | 2018 | 2019 | 2021 | Средняя многолет. | 2018 | 2019 | 2021 | Средняя многолет. | 2018 | 2019 | 2021 | Средняя многолет. |
| Май | 8,2 | 12,9 | 17,5 | 10,8 | 82,9 | 40,3 | 4,5 | 38 | 3,24 | 1,04 | 0,08 | 1,05 |
| Июнь | 15,0 | 15,1 | 18,0 | 16,9 | 61,3 | 80,4 | 23,7 | 56 | 1,36 | 1,74 | 0,44 | 1,29 |
| Июль | 20,6 | 19,7 | 18,6 | 18,5 | 51,1 | 107,4 | 48,2 | 91 | 0,80 | 1,81 | 0,84 | 1,58 |
| Август | 15,5 | 15,6 | 19,5 | 15,1 | 111,6 | 71,2 | 20,0 | 58 | 2,32 | 1,51 | 0,33 | 1,26 |
| Ср. V-VIII | 14,8 | 15,8 | 18,4 | 15,3 | 206,9 | 299,3 | 96,4 | 243 | 1,31 | 1,57 | 0,42 | 1,31 |

В 2018 и 2019 гг. температурный фон был близок к среднемноголетним значениям. Значительное количество осадков в мае 2018 года и в июне 2019 года, не жаркая погода в мае и июне способствовали появлению хороших всходов, росту и развитию растений, но несколько растянули вегетационный период. Повышение температуры воздуха в июле при достаточном количестве влаги в почве благоприятно сказалось на формировании бобов, наливе семян и, в конечном итоге, на урожайности. Обилие осадков после налива семян, особенно в 2019 г. вызвала полегание растений всех морфотипов, кроме усатых.

Но 2021 год в Тюменской области был необычно жарким и засушливым. За период вегетации гороха (в среднем 70 суток) на территории опытного поля НИИСХ СЗ выпало лишь 71,9 мм осадков при среднемноголетней сумме 160 мм, что составило только 44,9% от нормы. Среднесуточная температура воздуха за этот период достигала 18,5°С при среднемноголетней 16,9°С, а ГТК оказался в 3 раза меньше среднемноголетней.

Исследуемые образцы изучали на делянках площадью 14 м², в 4-кратной повторности по паровому предшественнику. Норма высева – 1,3 млн. схожих семян на гектар. Почва серая лесная, тяжёлая по механическому составу. Агрохимическая характеристика: рН_{сол.} 5,5-6,8 (по Алямасову); содержание гумуса в почве 1,50-4,75% (по Тюрину, ГОСТ 23740-79); содержание нитратного азота 6,6-7,9 мг/кг почвы (по Грандваль-Ляжу); подвижных форм фосфора 19,8-24,5 и калия 19,0-20,6 мг/100 г почвы (по Чирикову). Под предпосевную культивацию на глубину 8-10 см вносили минеральные удобрения из расчёта N₁₅P₃₀K₃₀ действующего вещества на гектар. Технология возделывания общепринятая для северной лесостепи Зауралья. Уборку проводили комбайном «Сампо-130» фазу полной хозяйственной спелости.

В опыте участвовало 20 сортов и линий четырёх листовых морфотипов и люпиноиды, созданные в ФНЦ ЗБК. В качестве стандартов использовали районированные в Тюменской области усатые сорта Русь и Томас селекции НИИСХ Северного Зауралья (табл. 2).

Во время вегетации проводили фенологические наблюдения. В фазу полной спелости отмечали устойчивость растений к полеганию по 5-балльной шкале. Урожай семян подсчитывали после сплошного обмолота делянок с пересчётом на 100% чистоту и 14% влажность семян. Для анализа структуры семенной продуктивности с каждой делянки отбирали по 30 растений.

Математическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985) с использованием программ «Снедекор 2».

Результаты и обсуждение

По итогам испытаний наиболее высокую урожайность семян среди образцов ФНЦ ЗБК показали усатые сорта и линии (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика сортов и линий гороха различных морфотипов, Тюмень

| Сорт, линия | Урожайность семян, т/га | | | | | *Вегетац. период, суток | *Устойч. к полеганию, балл |
|-------------------------------------|-------------------------|------|------|----------|-------|-------------------------------|----------------------------------|
| | 2018 | 2019 | 2021 | среднее | | | |
| | | | | 18,19,21 | 19,21 | | |
| Русь – St ₁ | 3,87 | 4,51 | 2,64 | 3,67 | 3,58 | 72 | 5,0 |
| Томас – St ₂ | – | 4,81 | 3,38 | – | 4,10 | 74 | 4,7 |
| Усатый морфотип | | | | | | | |
| Ус-95/16 | 3,81 | 5,38 | 2,79 | 3,99 | 4,08 | 74 | 4,5 |
| Ус-115/16 | 4,23 | 5,16 | 2,96 | 4,12 | 4,06 | 74 | 4,9 |
| Родник | 3,79 | 4,58 | 2,70 | 3,69 | 3,64 | 76 | 4,4 |
| Фараон | 3,32 | 4,34 | 2,35 | 3,34 | 3,34 | 74 | 4,5 |
| Оптимус | – | 4,38 | 2,35 | – | 3,36 | 74 | 4,5 |
| Среднее | 3,79 | 4,77 | 2,63 | 3,79 | 3,70 | 75 | 4,6 |
| Морфотип хамелеон | | | | | | | |
| Яг-07-652 | 3,12 | 4,18 | 2,18 | 3,16 | 3,18 | 76 | 3,5 |
| Яг-07-643 | 3,86 | 4,34 | 2,90 | 3,70 | 3,62 | 75 | 4,2 |
| Яг-10-384 | 3,61 | 4,40 | 3,13 | 3,71 | 3,76 | 74 | 4,1 |
| Яг-11-104 | 3,48 | 4,71 | 2,91 | 3,70 | 3,81 | 74 | 4,4 |
| Х ₂ -12-89 | 3,81 | 4,36 | 2,56 | 3,58 | 3,46 | 74 | 4,5 |
| Х ₂ -12-90 | 3,74 | 4,36 | 3,05 | 3,72 | 3,70 | 73 | 4,4 |
| А ₃ -68/1 | 3,00 | 4,31 | 2,66 | 3,32 | 3,48 | 76 | 3,4 |
| Среднее | 3,52 | 4,38 | 2,76 | 3,56 | 3,57 | 75 | 4,1 |
| Расчёрнолисточковый морфотип | | | | | | | |
| Рас-1070/8 | 3,35 | 4,25 | 2,49 | 3,36 | 3,37 | 74 | 3,3 |
| Рас-1098/8 | 3,39 | 4,83 | 2,37 | 3,50 | 3,60 | 73 | 3,0 |
| Рас-1098/8 (def) | 3,27 | 3,88 | 2,39 | 3,15 | 3,14 | 72 | 3,2 |
| Рас-828/9 | 3,03 | 3,94 | 2,13 | 3,03 | 3,04 | 73 | 3,2 |
| Рас-1002/13 | 2,44 | 4,07 | 2,52 | 3,01 | 3,30 | 73 | 3,2 |
| Среднее | 3,10 | 4,19 | 2,38 | 3,21 | 3,29 | 73 | 3,2 |
| Люпиноиды | | | | | | | |
| ЛУ-115-09 | 2,96 | 3,73 | 2,35 | 3,01 | 3,04 | 72 | 4,8 |
| ЛУ-138-16 | 2,90 | 3,50 | 2,31 | 2,90 | 3,20 | 75 | 2,8 |
| Среднее | 2,93 | 3,62 | 2,33 | 2,96 | 3,12 | 74 | 3,8 |
| Листочковый | | | | | | | |
| Темп | – | 5,51 | 2,38 | | 3,94 | 75 | 3,9 |
| НСР ₀₅ | 0,35 | 0,47 | 0,24 | | | | |

*Среднее за годы испытаний

В благоприятном 2019 г. особенно выделились линии Ус-95/16 и Ус-115/16 с урожайностью, соответственно, 5,38 и 5,16 т/га. Но в засушливом 2021 г. она снизилась почти вдвое. По этому показателю они превзошли сорт Русь, но практически были равны новому сорту Томас. Сорт Родник соответствовал лишь уровню Руси, а Фараон уступил и ему.

Селекционные линии морфотипа хамелеон в целом были на уровне сорта Русь, но уступили Томасу. Однако в НИИСХ Северного Зауралья перспективные линии хамелеонов ТМ-06-455 и ТМ-06-457 выделены из сложно-ступенчатой комбинации орловского происхождения, на последнем этапе которой линия Аз-95-497 (хамелеон с детерминантным типом роста самарской модели – *deh*) скрестили с усатой линией Ус-90-1010. Родословная включает 25 родительских образцов из шести европейских стран, Индии и пяти географических точек России (рисунок). Обе линии показали хорошие результаты как в Тюменской, так и в Орловской областях. В НИИСХ СЗ в конкурсном испытании 2018-2021 гг. урожайность линии ТМ-06-455 составила 4,26 т/га, ТМ-06-457 – 4,32 т/га, стандартных сортов: Русь – 3,76 т/га, Томас – 4,15 т/га.

В ФНЦ ЗБК в те же годы в КСИ получено 3,76 т/га, ТМ-06-457 – 3,81 т/га, у стандартных сортов: Гамбит (усатый) – 3,10 т/га, Ягуар (хамелеон) – 3,61 т/га.

Экологическая пластичность этих линий обусловлена сложно-ступенчатой гибридизацией исходной комбинации с использованием эколого-географического принципа подбора пар. На эффективность этого метода указывал ещё Н.И. Вавилов [5].

Предполагается одну из этих линий передать на государственное сортоиспытание. Линии ТМ-06-455 и ТМ-06-457 обладают высокой комбинационной способностью, используются в гибридизации и проявляют гетерозисный эффект.

Таким образом, приведённые данные показывают целесообразность селекции и возделывания сортов гороха морфотипа хамелеон в Северном Зауралье.

Урожайность рассечённолисточковых линий в обсуждаемом опыте в среднем была ниже усатых образцов и хамелеонов. В первую очередь это объясняется их недостаточной устойчивостью к полеганию. Однако, в 2019 г. линия Рас-1098/8 среди всех испытываемых образцов, кроме Ус-91/16, Ус-115/16 и Темпа, показала наиболее высокую урожайность – 4,83 т/га и по этому показателю сравнялась с лучшим стандартным сортом Томас.

Рассечённолисточковый морфотип характеризуется хорошим развитием фотосинтетического аппарата и корней, высокой активностью антиоксидантной системой неспецифической устойчивости (пероксидаза, каталаза, аскорбиновая кислота, каротиноиды). Благодаря последнему линия Рас-1098/8 в условиях Орловской области отличалась повышенной устойчивостью к мучнистой росе, корневым гнилям и ржавчине [6].

В опытах ФНЦ ЗБК (А.Н. Зеленов и др., 2017) была установлена оптимальная норма высева для сортов рассечённолисточкового морфотипа – 0,9 млн. всхожих семян на гектар. При этой норме линия Рас-1098/8 показала в опыте не только высокую урожайность – 5,19 т/га в 2017 г., но и лучшую устойчивость к полеганию: при норме высева 1,5 млн. в.с./га она составила 3,0 балла, при 1,2–3,3 балла, при 0,9–3,8 балла.

Урожайный потенциал рассечённолисточковой формы так же, как и хамелеонов и люпиноидов в полной мере реализуется на высоком уровне почвенного питания при возделывании по интенсивной технологии. Так, в НПО «Бетагран-Семена» (Орловская область) в благоприятном по погодным условиям 2022 году лучшие образцы этих морфотипов в контрольном питомнике (площадь деланки 9 м², повторность 4-кратная) показали высокую урожайность семян и практически не полегли (табл. 3).

Урожай семян и устойчивость к полеганию лучших образцов гороха в НПО «Бетагран-Семена», 2022 г.

| Хамелеоны | | | Рассечённolistочковые | | | Усатые люпиноиды | | |
|--|--------------|-----------------------------|-----------------------|--------------|-----------------------------|------------------|--------------|-----------------------------|
| Образцы | Урожай, т/га | Устойчив. к полеганию, балл | Образцы | Урожай, т/га | Устойчив. к полеганию, балл | Образцы | Урожай, т/га | Устойчив. к полеганию, балл |
| Спартак | 6,36 | 5,0 | Рас-1098/8 | 6,58 | 4,0 | ЛУ-115-09 | 6,36 | 4,5 |
| Аз-27/19 | 6,01 | 4,8 | Рас-9/16 | 5,97 | 4,5 | ЛУ-173/18 | 5,78 | 4,0 |
| ТМ-06-457 | 5,58 | 4,5 | Рас-983/20 | 5,83 | 4,0 | ЛУ-172/17 | 5,59 | 3,8 |
| Урожайность стандартного для Орловской области усатого сорта чешской селекции Гамбит составила 5,28 т/га, устойчивость к полеганию 5,0 | | | | | | | | |

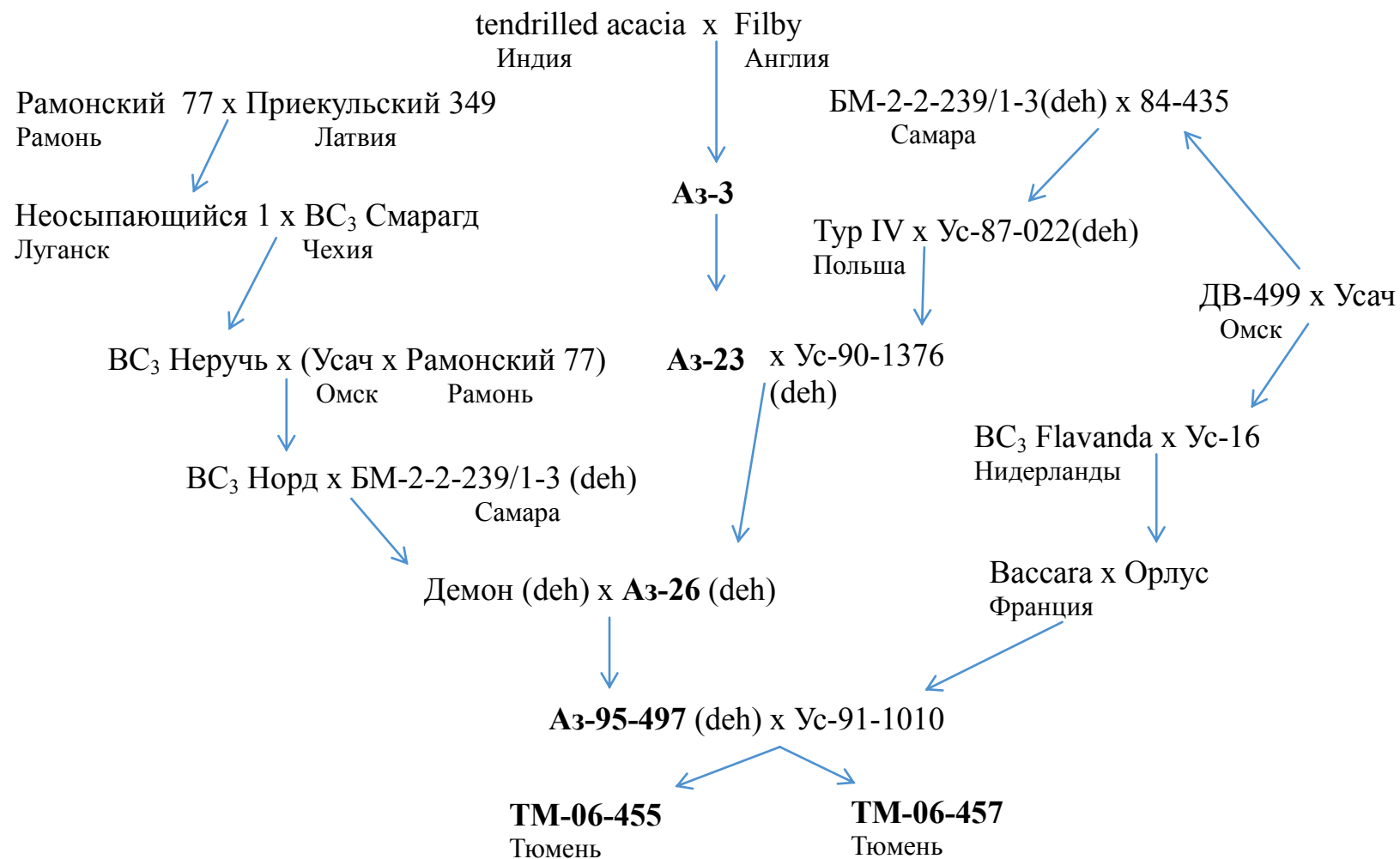
Значит, для формирования структур устойчивости стебля к полеганию растению требуется дополнительные затраты энергии. «Только имея достаточные запасы свободной энергии, аккумулированные в процессе фотосинтеза, культивируемые растения и агросистема могут обеспечить высокую потенциальную продуктивность и экологическую устойчивость, а, следовательно, и высокую урожайность в варьирующих условиях внешней среды» – утверждал А.А. Жученко [7].

Как показал анализ результатов государственного испытания сорта Спартак, возрастающие дозы удобрений экспоненциально увеличивают прибавку урожайности и окупаются при этом повышением рентабельности и чистого дохода при снижении себестоимости производства зерна [8]. Возделывание сортов гороха типа хамелеон и, по всей вероятности, рассечённolistочковых по экстенсивной технологии *расточительно*.

Реализация потенциала урожайности у люпиноидов затруднена вследствие одновременного потока ассимилятов сразу во все развивающиеся бобы, который в обычных условиях растение обеспечить не может. Отмеченная высокая семенная продуктивность в «Бетагран-Семена» в 2022 году связана с умеренно тёплой погодой в фазу созревания бобов, увеличением продолжительности этого периода и высокой обеспеченностью продуктами ассимиляции. В Северном Зауралье такие условия могут наблюдаться крайне редко и поэтому считаем, что селекция люпиноидов здесь бесперспективна.

На основании изучения структуры семенной продуктивности образцов гороха селекции ФНЦ ЗБК (табл. 4) для использования в гибридизации рекомендуются генотипы:

- устойчивые к полеганию: Русь, Ус-115/16, ЛУ-115-09;
- крупносемянные: Родник, Яг-07-643, Яг-11-104, Темп;
- с большим количеством бобов на растении: Фараон, Яг-07-643, Яг-10-384, ЛУ-138-16;
- по озернённости боба: Родник, Ус-95/16, Х₂-12-90, Рас-1098/8.



*Рис. Родословная линия морфотипа хамелеон (обозначены жирным шрифтом)
Образцы, под названиями которых на рисунке не указано их географическое происхождение, созданы в ФНЦ ЗБК
(г. Орёл, Россия)*

Таблица 4

**Структура семенной продуктивности сортов и линий гороха селекции ФНЦ ЗБК,
Тюмень, 2018, 2019, 2021 гг.**

| Сорт, линия | Масса семян с растения, г | Масса 1000 семян, г | Количество семян с растения, шт. | Количество бобов с растения, шт. | Количество семян в бобе, шт. |
|--|---------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| Русь – St ₁ | 3,30 | 262,9 | 12,3 | 3,63 | 3,38 |
| Томас – St ₂ | 3,40 | 233,1 | 14,5 | 4,26 | 3,36 |
| Сорта и линии усатого морфотипа | | | | | |
| Ус-95/16 | 3,21 | 218,3 | 14,5 | 3,62 | 3,96 |
| Ус-115/16 | 3,19 | 229,5 | 13,8 | 3,57 | 3,85 |
| Родник | 3,56 | 255,2 | 13,9 | 3,48 | 4,01 |
| Фараон | 2,97 | 211,6 | 14,0 | 4,19 | 3,36 |
| Линии морфотипа хамелеон | | | | | |
| Яг 07-643 | 3,46 | 237,5 | 14,6 | 4,15 | 3,49 |
| Яг 10-384 | 3,23 | 215,3 | 15,0 | 4,08 | 3,68 |
| Яг 11-104 | 3,33 | 245,0 | 13,5 | 4,07 | 3,32 |
| X ₂ 12-89 | 3,09 | 221,5 | 14,0 | 4,03 | 3,48 |
| X ₂ 12-90 | 3,08 | 215,2 | 13,9 | 3,80 | 3,66 |
| Линии рассечённолисточкового морфотипа | | | | | |
| Рас-1070/8 | 2,92 | 228,2 | 12,9 | 4,00 | 3,16 |
| Рас-1098/8 | 3,13 | 234,4 | 13,3 | 3,60 | 3,68 |
| Рас-1098/8 (def) | 3,05 | 256,5 | 11,8 | 3,95 | 2,95 |
| Рас-828/9 | 3,14 | 253,0 | 12,3 | 4,08 | 2,99 |
| Рас-1002/13 | 2,97 | 242,8 | 12,0 | 3,84 | 3,16 |
| Люпиноиды | | | | | |
| ЛУ-115-09 | 2,75 | 184,6 | 13,9 | 3,79 | 3,64 |
| ЛУ-138-16 | 2,77 | 172,3 | 16,0 | 6,04 | 2,66 |
| Сорт листочкового морфотипа | | | | | |
| Темп | 3,51 | 249,5 | 14,0 | 3,92 | 3,56 |

В 2007 году в результате совместной работы ФНЦ зернобобовых и крупяных культур, НИИСХ Северного Зауралья и Сибирского НИИ растениеводства и селекции был создан и передан на государственное испытание безлисточковый сорт Русь. С 2010 г. он допущен к использованию в Западно-Сибирском и Восточно-Сибирском регионах. Максимальная урожайность Руси на сортоучастках достигала 4,10 т/га (2008 г., Томская сортоиспытательная станция). В 2010 г. в крестьянском хозяйстве с высокой культурой земледелия «Пчела» Тюменского района Тюменской области урожай этого сорта составил 6,0 т/га на площади 20 га.

Родоначальная линия сорта Русь получена в НИИСХ СЗ индивидуальным отбором из F₄ Белус х Ус 90-3000 орловского происхождения. Белус – усатый сорт из Беларуси. Ус-90-3000 – сестринская по отношению к сорту Батрак линия, отличающаяся наличием крупных парных прицветничков, контролируемых аллелем *brac*. Сорт Русь унаследовал этот признак. По-видимому, в продукционном процессе он выполняет функцию аналогичную флаговому листу злаковых [9].

Ценный безлисточковый источник устойчивости к полеганию – Крепыш – получен в НИИСХ СЗ из F₇ орловской комбинации Аз-96-610 (хамелеон, ФНЦ ЗБК) х Адепт (листочковый, Чехия). В 2016-2017 гг. Крепыш проходил госиспытание в Волго-Вятском, Уральском, Западно-Сибирском и Восточно-Сибирском регионах сортоиспытания. Несмотря на отдельные положительные результаты, госиспытания не выдержал. Но из-за высокой

устойчивости к полеганию используется как источник этого признака и во многих случаях в гибридных комбинациях отмечен гетерозисный эффект.

Таким образом, в результате многолетних исследований показана эффективность взаимовыгодного творческого сотрудничества НИИСХ Северного Зауралья и ФНЦ зернобобовых и крупяных культур по селекции гороха.

Установлена целесообразность селекции морфотипа хамелеон для условий лесостепи Северного Зауралья. У рассечёнолисточкового морфотипа необходимо генетическими и агротехническими методами повысить устойчивость растений к полеганию. По-видимому, проблематично создание конкурентоспособных сортов-люпиноидов для этого региона.

При обмене селекционным материалом для создания сортов в Северном Зауралье предпочтительно использовать гибридные комбинации из ФНЦ ЗБК. Выделенные же в НИИСХ СЗ константные линии могут быть родоначальниками новых сортов в Среднерусской лесостепи.

Из гибридной комбинации ФНЦ ЗБК в НИИСХ Северного Зауралья создан безлисточковый сорт Русь. Подготовлены для передачи на государственное сортоиспытание высокоурожайные линии морфотипа хамелеон ТМ-06-455 и ТМ-06-457.

Выделенные из селекционного материала ФНЦ ЗБК генисточники хозяйственно ценных признаков используются при гибридизации в селекционном процессе.

Работа выполнена в рамках Договора о творческом и научно-исследовательском сотрудничестве ФГБНУ «ФНЦ ЗБК» и ФГБНУ «НИИСХ Северного Зауралья» от 20.03.2017 г.

Литература

1. Зеленов А.Н., Зеленов А.А. Сто лет орловской селекции гороха. Итоги и перспективы// Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 2(42). – С. 41-49. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-41-59.
2. Зеленов А.Н., Задорин А.М., Уваров В.Н., Зеленов А.А. Генисточники для селекции гороха на повышение биоэнергетического потенциала растения и методы работы с ними // Земледелие. – 2016. – № 4. – С. 29-32.
3. Зотиков В.И. (ред.) Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур: история и современность. (Издание второе, исправленное и дополненное). – Орёл, – 2015. – 398 с.
4. Зеленов А.Н., Наумкина Т.С., Задорин А.М., Уваров В.Н., Зеленов А.А. Орловский центр создания нового генетического разнообразия гороха// Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, Т.176, Вып.3. – С. –Пб. – 2014. – С. 49-57.
5. Вавилов Н.И. Научные основы селекции пшеницы// Теоретические основы селекции. – М.: «Наука», – 1987. – С. 215-408.
6. Зеленов А.А. Морфофизиологические особенности и селекционная ценность рассечёнолисточковой формы гороха. Автореф... дисс...канд. с.-х. наук. – Орёл, – 2017. – 24 с.
7. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство эколого-генетические основы: теория и практика. В трёх томах. Том 1. – М.: «Агрорус», –2008. – С. 248.
8. Zelenov A.N., Zadorin A.M. and Zelenov A.A. Advantages and economic efficiency of cultivation of pea varieties of morphotype chameleon// JOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 650 (2021) 012107. Дата обращения 05.04.2021. DOI: 10.1088/1755-1315/650/1/012107.
9. Зеленов А.Н., Титенок Т.С. Роль прицветничков в формировании семенной продуктивности у гороха // Доклады РАСХН. – 2001. – № 6. – С. 8-10.

References

1. Zelenov A.N., Zelenov A.A. Sto let orlovskoi seleksii gorokha. Itogi i perspektivy [One Hundred Years of Orel Pea Breeding. Results and prospects]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2022, no.2 (42), pp. 41-49. DOI: 10.24412/2309-348Kh-2022-2-41-59. (In Russian)

2. Zelenov A.N., Zadorin A.M., Uvarov V.N., Zelenov A.A. Genistochniki dlya selektsii gorokha na povyshenie bioenergeticheskogo potentsiala rasteniya i metody raboty s nimi [Genetic sources for pea breeding to increase the bioenergetic potential of the plant and methods of working with them]. *Zemledelie*, 2016, no. 4, pp. 29-32. (In Russian)
3. Zotikov V.I., ed. Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut zernobobovykh i krupyanykh kul'tur: istoriya i sovremennost' [All-Russian Research Institute of Legumes and Groat Crops: Past and Present]. Orel, 2015, 398 p. (In Russian)
4. Zelenov A.N., Naumkina T.S., Zadorin A.M., Uvarov V.N., Zelenov A.A. Orlovskii tsentr sozdaniya novogo geneticheskogo raznoobraziya gorokha [Orel Center for Creation of New Pea Genetic Diversity]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii*, V.176, 3, St. Petersburg, 2014, pp. 49-57. (In Russian)
5. Vavilov N.I. Nauchnye osnovy selektsii pshenitsy [Scientific basis of wheat breeding] Teoreticheskie osnovy selektsii [Theoretical foundations of breeding], Moscow, «Nauka», 1987, pp. 215-408. (In Russian)
6. Zelenov A.A. Morfofiziologicheskie osobennosti i selektsionnaya tsennost' rassechennolistochkovoï formy gorokha [Morphophysiological features and breeding value of the dissected leafy form of pea]. PhD thesis (Agric.), Orel, 2017, 24 p. (In Russian)
7. Zhuchenko A.A. Adaptivnoe rastenievodstvo (ekologo-geneticheskie osnovy) teoriya i praktika. V trekh tomakh [Adaptive crop production (ecological and genetic foundations) theory and practice. In three volumes]. Vol. 1, Moscow, «Agrorus», 2008, pp. 248. (In Russian)
8. Zelenov A.N., Zadorin A.M. and Zelenov A.A. Advantages and economic efficiency of cultivation of pea varieties of morphotype chameleon // JOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 650 (2021) 012107. Accessed: 05.04.2021. DOI: 10.1088/1755-1315/650/1/012107.
9. 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)