

## РЕАЛИЗАЦИЯ ИДЕЙ Н.И. ВАВИЛОВА О РОЛИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ И ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СЕЛЕКЦИИ СОРТОВ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР

С.Н. АГАРКОВА, доктор биологических наук  
ГНУ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур  
Н.Е. НОВИКОВА, доктор сельскохозяйственных наук

ФГБОУ ВПО Орловский государственный аграрный университет

*В статье рассматриваются основные положения учения Н.И. Вавилова о селекции растений и ее взаимосвязи с генетикой и физиологией растений. Раскрыты направления реализации идей ученого во ВНИИ зернобобовых и крупяных культур.*

**Ключевые слова:** зернобобовые культуры, селекция растений, генетика, физиология растений, научные идеи Н.И. Вавилова.

В дни юбилея Н.И. Вавилова нам представляется целесообразным кратко рассмотреть систему взглядов великого генетика о селекции и сопоставить ее с современными достижениями в области создания новых сортов зернобобовых культур.

Николай Иванович оставил огромное научное наследие, не потерявшее своей актуальности в наши дни:

- учение о центрах происхождения культурных растений;
- закон гомологических рядов в наследственной изменчивости;
- основы современной фитоиммунологии;
- основы биосистематики;
- основы селекции растений.

Немало работ издано Н.И. Вавиловым непосредственно по теории селекции растений. К их числу относятся «Селекция как наука» (1935), «Основные задачи советской селекции и пути их осуществления» (1934), «Научные основы селекции пшеницы» (1935), «Мировые растительные ресурсы и их исследование в практической селекции» (1938), «Значение межвидовой и межродовой гибридизации в селекции и эволюции» (1938) и другие.

Н.И. Вавилов создал в 20-е – 30-е годы по всей стране сеть селекционных учрежде-

ний, поскольку понимал, что селекция – основа повышения продуктивности сельскохозяйственного производства. Он вооружил селекционеров глубокими научными взглядами о селекции, которые складывались из следующих разделов:

- учение об исходном материале;
- учение о наследовании изменчивости, в том числе мутационной;
- методы селекции;
- теория о гибридизации (внутривидовой, межвидовой, межродовой и т.д.);
- особенности селекционного процесса у самоопылителей и перекрестноопыляющихся растений;
- учение о направлениях селекции (селекция по иммунитету к заболеваниям, селекция по качеству зерна, селекция на зимостойкость, засухоустойчивость и т. д.);
- частная селекция культур.

Первый этап селекционного процесса – поиск исходного материала, главным источником которого являются коллекции сельскохозяйственных культур. Основой создания коллекции Н.И. Вавилов считал три главных источника: 1) богатства дикорастущей флоры нашей страны; 2) селекционные и местные сорта и популяции отечественной и народной селекции; 3) зарубежные интродуцированные формы.

С первых дней организации лаборатории генетики и цитологии и отдела селекции зернобобовых культур ВНИИЗБК сформированы обширные коллекции гороха, люпина, нута, чечевицы, фасоли, вики, бобов, сои, чины. Коллекции из года в год пополняются, образцы зернобобовых культур размножаются и изучаются по хозяйственно ценным признакам, морфологическим показателям, а также используются для научных исследований в различных направлениях современной генетики, физиологии и биохимии.

Большое внимание в селекции Н.И. Вавилов уделял вопросам изменчивости и наследования признаков сельскохозяйственных растений, учению о взаимоотношении наследственности и среды, о генотипе и фенотипе растений, об изменчивости организма под влиянием внешней среды и амплитуде изменчивости. В этом направлении усилия генетиков и селекционеров ВНИИЗБК во второй половине 20 века были сосредоточены на разработке следующих вопросов:

- изучение систем взаимодействия генов и механизмов генетического контроля признаков продуктивности;
- выяснение закономерностей реализации гетерозиса у самоопыляющихся зернобобовых культур с комплексом рецессивных генов;
- генетический контроль и реализация важнейших характеристик биологии развития растений (типы развития, фотопериодическая реакция, формирование и функционирование фотосинтетического аппарата);
- выявление генетических систем, управляющих типом развития;
- генетическое обоснование перспективных моделей сортов зернобобовых культур.

К концу 90-х годов прошлого столетия во ВНИИЗБК на основании межвидовой гибридизации гороха в системе полных диаллельных скрещиваний доказана возможность привлечения для описания и анализа элемен-

тов продуктивности вероятностных моделей и методов. Это обусловлено существованием внутренней биологической изменчивости, нестабильностью параметров в зависимости от внешних факторов и случайным характером на выходе этих систем.

С помощью факторного анализа установлены закономерности взаимосвязи между многими морфологическими и хозяйственно ценными признаками, характеризующими продуктивность зернобобовых культур, сжата информация до ограниченного числа обобщенных показателей и проведена классификация объектов исследования. Так у гороха 87 % изменчивости контролируют два главных фактора: фактор, связанный с ростом и накоплением вегетативной массы, и фактор семенной продуктивности с преобладанием в последнем числа продуктивных узлов и числа бобов на растении. У люпина узколистного выделены две самостоятельно действующие системы контроля продуктивности с превалированием в первой из них общей высоты растения и во второй – числа боковых ветвей. У фасоли обыкновенной масса 1000 семян, число семян в бобе и высота прикрепления нижнего боба обуславливают не только большую часть изменчивости сортов, но и таксономические различия.

Впервые в селекции зернобобовых культур выявлена ведущая роль рецессивных генов, которые определяют как уровень гетерозиса в  $F_1$ , так и появление трансгрессий в старших гибридных поколениях гороха и люпина узколистного.

Осуществлены масштабные исследования по использованию химического и радиационного мутагенеза в селекции зернобобовых культур. Установлено, что мутагенный эффект, его направленность и специфичность в  $M_2$ - $M_3$  зернобобовых культур зависит не только от мутагенного фактора, но и условий среды, которые способствуют проявлению и стабилизации определенных признаков. Вы-

явлен широкий спектр в реакции сортов и мутантов гороха, люпина узколистного и фасоли обыкновенной на условия выращивания. Наиболее стабильные по урожаю семян мутанты отличались стабильностью основных компонентов урожая. Предполагается, что изменение адаптивности мутантов обусловлено гетерогенностью по отдельным микромутациям.

Разработана методика получения мутантов гороха в результате обработки вегетирующих растений парами химических мутагенов и показана ее высокая эффективность по сравнению с обработкой семян растворами мутагенов. Этим методом созданы короткостебельные и высокопродуктивные мутанты, отличающиеся от исходной формы по физиологическим показателям.

Рекомендованы для генетико-селекционных исследований оптимальные дозы и концентрации физических и химических мутагенов. По каждой культуре созданы коллекции мутантов, представляющие ценность для изучения вопросов частной генетики и практического использования в селекции.

Совместными исследованиями лаборатории генетики и цитологии, селекции зернобобовых культур, лаборатории биохимии института доказано, что под воздействием химических мутагенов и радиации происходит независимое возникновение морфологических мутаций и мутирование генов, детерминирующих биосинтез белка. Иммунологические изменения обусловлены выпадением, блокировкой, а также появлением новых генов, ответственных за биосинтез белка. Выделены мутанты гороха, фасоли и люпина узколистного с измененными биохимическими свойствами.

Вопросу о методах селекции и теории гибридизации Н.И. Вавилов придавал большое значение и рассматривал гибридизацию, как раздел селекции, особенно близкий к генетике. Н.И. Вавилов указывал на необходимость тесной кооперации генетиков и селек-

ционеров: «Наша задача ... сделать работу селекционеров генетически более осмысленной, а работу генетиков решительным образом связать с селекцией. От этого выиграет и та и другая сторона». По его мнению, несомненный интерес представляют исследования в области подбора пар для скрещивания (другими словами комбинационная способность), а также анализ физиологических и хозяйственных признаков.

Наглядным подтверждением приведенных положений учения Н.И. Вавилова о селекции являются достижения генетиков и селекционеров ВНИИЗБК по созданию сортов гороха с комплексом рецессивных аллелей генов. Они позволили выявить степень влияния аллелей, определяющих короткостебельность, усатый тип листа, детерминацию стебля, морщинистость семян у гороха и различных типов архитектоники стебля у люпина на конечный хозяйственный признак – семенную продуктивность. Последующие исследования особенностей продукционного процесса у вновь созданных сортов осуществлялись в тесном сотрудничестве генетиков и селекционеров с физиологами лаборатории физиологии ВНИИЗБК.

Селекция сортов гороха в середине прошлого столетия была направлена на создание сортов средне – и низкостебельных. В качестве исходных родительских форм использовались зарубежные короткостебельные сорта с уменьшенной длиной междоузлий (lm lm): Смарагд, Богатырь, Раман, Рондо, Паула и др. Во ВНИИЗБК были созданы высокопродуктивные короткостебельные сорта гороха зернового (Норд, Орловчанин, Орловчанин 2) и кормового использования (Орпела, Алла, Зарянка, Наташа). Короткостебельность сопровождалась увеличением коэффициента хозяйственного использования, и к настоящему времени он достиг практически максимального уровня при относительно стабильной в агроценозе общей биомассе растений. При этом

вегетационный период сократился на 10-13 суток (табл.).

Н.И. Вавилов высоко оценивал значение физиологии растений для селекции, признавая заслуги отечественных ученых-физиологов. Он исходил из того, что реализация генетической программы сорта и каждого отдельного гена осуществляется посредством физиологических и биохимических процессов. В конечном счете, эти процессы определяют

потенциальные возможности сорта и способность его формировать урожай в оптимальных и стрессовых условиях среды. В работе «Селекция как наука» Н.И. Вавилов писал: «Множество фактов сортовой изменчивости, как морфологического, так и физиологического порядка, укладывается в определенные закономерности... формулировка и кристаллизация знаний поднимают селекцию на новую высоту».

Таблица. Хозяйственно ценные признаки сортов гороха различных периодов селекции.

Районированные сорта	Длина стебля при уборке, см	Длина междоузлий, см	Число непродукт. узлов, шт.	Число продукт. узлов, шт.	Масса семян, г/раст.	Сухая масса, г/раст. (цв.+ 10 сут.)	Урожайность семян, ц/га	K <sub>хоз.</sub> %	Вегетационный период, сут.
Полевые испытания 1974 – 1978 гг.									
Сорта селекции различных НИУ, созданные в середине 20 века: Рамонский 77, Черниговский 190, Ульяновский 68, Мироновский 186, Стрелецкий	131,9	6,8	17,9	4,2	40	11,2	10,2	29,0	98
Полевые испытания 1997 – 2000 гг.									
Сорта селекции ВНИИЗБК, созданные в конце XX века: Норд, Батрак, Орловчанин, Шустрик, Орловчанин 2, Мультик	50,7	3,9	14,1	2,9	3,8	7,5	29,3	49,0	87
Полевые испытания 2007 – 2010 гг.									
Сорта селекции ВНИИЗБК, созданные в начале XXI века: Темп, Спартак, Фарон	58,2	3,8	14,8	3,1	5,2	8,0	32,4	49,9	85

Н. И. Вавилов содействовал рождению в нашей стране частной физиологии растений. Одной из наиболее важных задач биологической науки он считал разработку сортовой физиологии сельскохозяйственных культур. В результате предметом изучения физиологов стали многочисленные сорта культурных растений. Он писал: «Нет никаких сомнений в

том, что сортовая биология, сортовая физиология и биохимия, увязанные с селекцией, дадут для основных дисциплин факты исключительного значения. Дифференциальное знание о сортах может дать реальное представление о физиологическом и биохимическом облике растений. При этом физиология, биохимия, технология должны быть во взаимо-

связи с селекцией не только как науки – оценщицы сортов, но еще в большей мере для вскрытия дифференциала видов важнейших культурных объектов».

В лаборатории физиологии растений ВНИИЗБК в 80-90-е годы XX века были развернуты системные исследования по сортовой физиологии гороха. Была установлена значимость различных признаков роста, развития, фотосинтетической и корневой деятельности, взаимосвязанных отношений между органами растений в продукционном процессе различных сортов гороха. Ретроспективный анализ изменений физиологических показателей в процессе длительной селекции гороха на высокую семенную продуктивность позволил выявить признаки наиболее значимые в увеличении урожайности этой культуры и оценить возможности их улучшения при создании новых сортов. Результаты этих исследований легли в основу морфофизиологической модели перспективного сорта гороха зернового использования для Центрально-Черноземного региона нашей страны. Был разработан новый способ отбора высокопродуктивных растений гороха по ростовым показателям на раннем этапе органогенеза, пригодный для использования в гибридных популяциях.

Тесное сотрудничество селекционеров и физиологов растений во ВНИИЗБК привело к созданию целого ряда новых сортов зернобобовых культур, в числе которых сорта гороха нового поколения Батрак, Темп, Софья.

Многочисленные экспедиции, исследование центров происхождения культурных растений подвели Н.И. Вавилова к необходимости изучения устойчивости растений к абиотическим факторам среды. Эти вопросы он изложил в работах "Проблемы северного земледелия" (1931), и "Мировые ресурсы засухоустойчивых сортов" (1931).

Значительное влияние на устойчивость растений к водному стрессу имеют пониженные

Работы Н.И. Вавилова, его соратников и учеников показывают, что в процессе эволюционного становления вида у растений происходило формирование способов защиты к биотическим и абиотическим стрессам. Под действием естественного отбора у них сформировались анатомо-морфологические, физиологические, биохимические системы адаптации. Эти приспособления различны у разных экологических групп, видов и сортов сельскохозяйственных растений.

С этой точки зрения большого внимания и всестороннего изучения требуют новые морфологические формы растений, которые несут рецессивные гены, изменяющие выработанные в ходе длительной эволюции признаки и свойства растений. Не подлежит сомнению тот факт, что лист у растения играет главенствующую роль в процессах газообмена, транспирации в сенсорных реакциях. Поэтому изменение типа листа неизменно сопровождается изменениями в функциональных характеристиках листа и всего растения.

Н.И. Вавиловым и учеными школы ВИР все зернобобовые культуры по степени засухоустойчивости разделены на три группы. К наиболее устойчивым отнесены нут, чина, мелкосемянная французская чечевица, донник, желтая люцерна; к среднеустойчивым: крупносемянная чечевица, фасоль, вика, люцерна синяя; к слабоустойчивым – горох, соя, бобы, маш (Вавилов, 1931; Будин, 1973).

В лаборатории физиологии растений ВНИИЗБК было показано, что у гороха изменение морфотипа листа в связи с интродукцией гена безлисточковости *af* вызывает еще большую уязвимость сортов к засухе. Это связано с рядом причин физиологического характера, а именно – с изменением водного режима видоизмененного листа и целого растения, и с ослаблением роста корневой системы. Из показателей водного режима наиболее значения содержания связанной воды в усиках и водоудерживающей способности.

Исследованиями также установлено, что лист обычного типа отличается от усатого листа более эффективной системой защиты от окислительных повреждений: высокой активностью ферментов пероксидазы и каталазы, более значительным содержанием низкомолекулярных антиоксидантов – аскорбиновой кислоты и каротиноидов. Это оказывает положительное действие на стабилизацию новых сортов с измененной архитектоникой растений.

Растение представляет собой сложную саморегулирующуюся систему, в которой признаки и свойства взаимосвязаны. Изменение одного из них влечет за собой изменение других, которое не всегда протекает в желаемом направлении. Эта взаимосвязь, несомненно, должна учитываться при создании новых сортов с измененной архитектоникой растений.

Между площадью листовой поверхности и развитием корневой системы у растений установлена тесная корреляция, которая обусловлена наличием трофических взаимосвязей между ними. В опытах лаборатории физиологии растений ВНИИЗБК корреляция между площадью листьев и поглощающей поверхностью корневой системы у гороха составляла 0,78–0,98. Ослабление роста корней у усатых сортов негативно отражается на устойчивости растений к почвенной засухе.

Экспериментальные данные, полученные при изучении различных морфотипов гороха, подтверждают выводы Н.И. Вавилова о том, что формирование защитных механизмов устойчивости шло сопряженно с эволюционным процессом. Создание новых нетрадиционных форм растений с мутантными признаками может сопровождаться снижением их устойчивости к неблагоприятным условиям внешней среды, и для них актуален поиск путей снижения этих негативных последствий.

Научные идеи Н.И. Вавилова, ставшие классическими, актуальны и в наши дни. Являясь достоянием отечественной и мировой науки, наследие ученого продолжает служить источником новых знаний для современной биологии, научной селекции и генетики растений, методическим руководством при создании новых сортов сельскохозяйственных культур.

### Литература

1. Вавилов Н.И. Мировые ресурсы засухоустойчивых сортов // Докл. Всес. конф. по борьбе с засухой. – М., 1931. – Бюл. 2.
2. Вавилов Н.И. Селекция как наука. Избранные произведения.–Т.1. – Л.: Наука, 1967.– С. 328–342.
3. Будин К. Ресурсы засухоустойчивости растений и сортов // Бюлл. ВИР, 1973. – В. 31.– С. 3–9.

### REALIZATION OF IDEAS OF N.I.VAVILOV ABOUT ROLE OF GENETIC AND PHYSIOLOGIC-BIOCHEMICAL RESEARCHES IN BREEDING OF VARIETIES OF LEGUMINOUS CROPS

S.N. AGARKOVA, Dr. Sci. Biol.

State Scientific Institution the All-Russia Research Institute of Legumes and Groat Crops of Russian Academy of Agricultural Sciences

N.E. NOVIKOVA, Dr. Sci. Agric.

Orel State Agrarian University

*In this article basic provisions of the doctrine of N.I.Vavilov about plant selection and its interrelation with genetics and phytophysiology are considered. Directions of realization of ideas of the scientist in the All-Russia Research Institute of Legumes and Groat Crops are described.*

**Key words:** *Leguminous crops, plant selection, genetics, phytophysiology, N.I.Vavilov's scientific ideas.*