

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

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»

Планирование и эффективная реализация продуктивного и адаптивного потенциала сортов сельскохозяйственных растений возможны лишь при учёте их агроэкологической характеристики. Агроэкотипы формируются под действием искусственного и естественного отборов в создаваемых человеком искусственных агросистемах. Экотипы дикорастущих, способных к самовоспроизведению растений – под действием только естественного отбора при относительно постоянном комплексе внешних условий. На территории Российской Федерации для географической классификации агроэкотипов следует руководствоваться «Природно-сельскохозяйственным районированием земельного фонда Российской Федерации» (1983), для эдафической – «Федеральным регистром технологий производства продукции растениеводства» (2000).

В одном и том же месте не могут произрастать два и более разных экотипов одного и того же вида. При государственном районировании сортов сельскохозяйственных растений, когда основным критерием допуска является урожайность, очень часто на одной и той же территории возделываются сорта разных агроэкотипов.

Ключевые слова: сельскохозяйственные растения, сорта, агроэкотипы географические, эдафические.

Для цитирования: Зеленов А.Н., Зеленов А.А. Некоторые аспекты агроэкологической характеристики сельскохозяйственных растений. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 1(41):36-44. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-36-44

SOME ASPECTS OF THE AGROECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF AGRICULTURAL PLANTS

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»

*AO «SHCHELKOVO AGROCHEM»

Abstract: *Planning and effective implementation of the productive and adaptive potential of agricultural plant varieties is possible only if their agroecological characteristics are taken into account. Agroecotypes are formed under the influence of artificial and natural selection in man-made artificial agrosystems. Ecotypes of wild plants capable of self-reproduction are formed under the influence of natural selection only under a relatively constant set of external conditions. On the territory of the Russian Federation, for the geographical classification of agroecotypes, one should be guided by the «Natural and agricultural zoning of the land fund of the Russian Federation»*

(1983), for the edaphic classification - by the «Federal Register of Plant Production Technologies» (2000).

Two or more different ecotypes of the same species cannot grow in the same place. In the state zoning of agricultural plant varieties, when the main criterion for admission is yield, very often varieties of different agroecotypes are cultivated in the same territory.

Keywords: agricultural plants, varieties, agroecotypes geographical, edaphic.

Агроэкологическая характеристика сельскохозяйственных растений имеет важное значение для целенаправленной и эффективной реализации их продуктивного и адаптивного потенциала методами селекции, семеноводства и агротехнологий. На это обращал внимание ещё Н.И. Вавилов: «...селекция растений требует для своих целей знания не только ботанических разновидностей, но также их дифференциации на экологические и физиологические группы. Для селекционера больший интерес, чем морфологические признаки, представляют различия в устойчивости против засухи, холода, различных грибов, бактерий, вирусов и насекомых, а также биохимические различия между сортами. Потребности практической селекции привели нас к установлению новой, агроэкологической классификации внутривидового разнообразия в мировом масштабе» [1].

Под влиянием происходящего на Земле изменения климата ареалы возделываемых в северном полушарии теплолюбивых культур расширяются на север. Некоторые исследователи, вопреки классификации Н.И. Вавилова, стали обозначать выращиваемые на новых территориях сорта этих культур сортами «северного экотипа».

Термин экотип сто лет назад предложил шведский учёный Г. Турессон (G. Turesson, 1922). Он же заложил основы учения об экотипах. Большой вклад в развитие этого учения применительно к дикорастущим кормовым растениям и вовлечению их в селекцию внесла Е.Н. Синская (1933, 1948). Многие отечественные и зарубежные экологи дополняли и уточняли учение об экотипах.

В современном представлении «*экотип определяется как совокупность нескольких или многих однородных и близкородственных по своему происхождению естественных популяций (популяция – группа биотипов) одного и того же вида, приспособленных к определённому типу экологических условий и способных к самовоспроизведению при относительно постоянном комплексе внешней среды*» [2].

Экотипы дикорастущих растений формируются в результате длительного микроэволюционного процесса, важнейшим фактором которого является *естественный отбор*. Сорта возделываемых растений создают методами селекции, которая, по определению Н.И. Вавилова, «представляет собой эволюцию, направляемую волей человека» [3]. Одним из важных отличительных методов селекции является искусственный отбор. «Направления естественного и искусственного отбора экотипов и сортов могут не только не совпадать, но и быть противоположными [4]. «Высшим призом» для естественного отбора является выживание организмов, тогда как для селекции – высокая продуктивность, а, следовательно, и физиологический предел проявления того или иного хозяйственно ценного признака» [4].

В связи с изложенным, совокупность сортов (гибридов) культурных растений, приспособленных к определённому типу агроэкологических условий, обозначенная Н.И. Вавиловым как агроэкологическая группа, в настоящее время определяется термином *агроэкотип*.

Агроэкотипы реализуют свой биологический потенциал в условиях агрофитоценозов и агроэкосистем. Агрофитоценоз – созданное в рамках ротации севооборота сообщество культурных растений и их спутников – сегетальных сорных видов, полезной и вредной микрофлоры и фауны. Агроэкосистема – совокупность биогенных и абиогенных компонентов участка суши, обычно в масштабе одного хозяйства, который используется для получения сельскохозяйственной продукции (по Б.М. Миркину и др., 1989 – цит. по 2).

По Ю.П. Одуму, 1987 (цит. по 2) агроэкосистемы отличаются от природных экосистем:

- «наличием дополнительного источника энергии в виде преобразованной энергии топлива и труда человека;
- меньшим биологическим разнообразием;
- воздействием на преобладающие в агроэкосистемах растения искусственным отбором;
- в отличие от саморегулирующихся природных экосистем внешним управлением ради внешних целей;
- отчуждаемостью с урожаем 50-60% органического вещества и 50-80% азота от общего количества, аккумулируемых биомассой. В естественных биоценозах кругооборота химических веществ достаточно хорошо сбалансированы: приход вещества в среднем равен расходу».

К сказанному следует добавить, что в процессе окультуривания растения лишились многих адаптивных механизмов диких предков, которые обеспечивали их выживание и самовоспроизведение в ряду поколений: одновременное созревание семян, длительный покой созревших семян вплоть до твёрдосемянности, разнообразный арсенал приспособлений для их рассеивания; адаптивные реакции устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам. Существование же культурных видов, в отличие от дикорастущих, полностью зависит от человека.

Поэтому однозначное толкование и использование терминов «экотип» и «агроэкотип» имеет не академический, а смысловой, практический для селекции, семеноводства и технологии возделывания характер.

Н.И. Вавилов привёл перечень из одиннадцати признаков «экологического паспорта» и дал краткое описание девятнадцати агроэкологических и географических групп в мировом масштабе [1]. А.А. Жученко, считая, что «основными факторами дальнейшего наращивания сельскохозяйственной продукции будут биологизация и экологизация интенсификационных процессов в растениеводстве», по существу предложил «дорожную карту» методологии эколого-генетических основ адаптивной системы селекции растений [4, 5].

Эти основы в контексте биогеоценотического подхода явились базой для разработки и осуществления в ФНЦ кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса (ВНИИ кормов) экологически ориентированной адаптивной системы селекции кормовых растений [2].

В марте 1996 года во ВНИИЗБК (ныне ФНЦ ЗБК) состоялось научно-методическое совещание по научным основам создания моделей *агроэкотипов* сортов и зональных технологий возделывания зернобобовых и крупяных культур для различных регионов России. В материалах совещания А.Д. Задорин [6:с.14-24] в разрезе административно-экономических районов России на основе интегрального показателя биологической продуктивности по климатическому индексу представил принципиальные агроэкологические подходы к разработке моделей вновь создаваемых сортов.

Предлагаемые прежде многими исследователями модели составлялись путём эмпирической экстраполяции элементов продуктивности на прогнозируемый уровень урожайности. А.П. Лаханов с коллегами показали перспективность «разработки моделей на основе системных физиологических исследований значимости различных признаков роста, развития, фотосинтетической и корневой деятельности и взаимосвязанных отношений между органами растений в продукционном процессе с выходом на морфологические признаки растений» [6:с.24-34]. В подтверждение этого положения авторы представили отражающую эволюцию *Pisum sativum* L. в культуре зональную модель сорта гороха для Центральной России с урожайностью 70-80 ц/га.

В содержательной монографии Е.В. Головиной и В.И. Зотикова [7] по результатам многолетних скрупулёзных исследований дана характеристика физиологических, биохимических, симбиотических, адаптивных особенностей возделываемых в Центральной России сортов сои. В монографии дополнены и конкретизированы обоснованные Г.С. Посыпановым [8] признаки и параметры моделей раннеспелых сортов для этой зоны

возделывания сои. Оценивая несомненные достоинства фактического и аналитического материала монографии, авторы настоящей статьи не согласны только с использованием в данном случае термина «экотип» (см. выше) и определения к нему «северный» (см. ниже).

Экотипы дикорастущих растений классифицируются как географические (климатические), эдафические, ценоотические, сенокосные, пастбищные (А.А. Корчагин, 1964). В названии географического экотипа должна быть отражена конкретная территория, его ареал. К примеру, А. Белов (1929) у дикорастущих представителей люцерны посевной (*Medicago sativa* L.) выделил 9 типов: Горный, Хивинский, Средне-Туранский, Семиреченский, Хоросанский с Туркменским подтипом, Малоазиатский, Сирийский, Арабский, Триполитанский, Европейский.

Употребляемые многими определения «северный» или «южный» не дают представления о конкретном географическом местоположении экотипа (агроэкотипа). Северная (бореальная) агроэкологическая группа по классификации Н.И. Вавилова, включающая «северную часть СССР, Сибирь и северную Скандинавию» расположена на тысячу километров севернее «северного экотипа» теплолюбивых культур (по часто употребляемой ныне терминологии). Северный по расположению экотип (в точном понимании этого термина) дикорастущей сои (*Glycine ussuriensis* Red. et Maack) находится в Приморском крае России. Занимаемые экотипами или агроэкотипами территории нельзя характеризовать по стрелке компаса. К востоку от Урала северная граница возделывания сои проходит по южной лесостепи Западной Сибири. Какому направлению отдать предпочтение?

Чтобы не «изобретать велосипед», для географической характеристики ареала агроэкотипов в границах России целесообразно руководствоваться разработанным в Государственном НИИ земельных ресурсов «Природно-сельскохозяйственным районированием земельного фонда Российской Федерации» 1983 года. По этому документу предусматривается выделение природно-сельскохозяйственных поясов (холодный, умеренный, тёплый), зон в них (полярно-тундровая, лесотундрово-северотаёжная, среднетаёжная, южнотаёжная лесная, лесостепная, степная, сухостепная, полупустынная, пустынная), провинций в зонах и округов в провинциях. Происходящее изменение климата требует корректировки документа. В монографии В.В. Коломейченко [9] представлены Административное деление Российской Федерации, Регионы РФ по сортоиспытанию и Природно-сельскохозяйственное районирование РФ. Территории, составляющие каждый из этих нормативов, между собой не совпадают.

ФНЦ зернобобовых и крупяных культур в соответствии с природно-сельскохозяйственным районированием РФ расположен в Среднерусской провинции Лесостепной зоны Умеренного пояса. Она включает Тульскую, Орловскую, Липецкую, Тамбовскую, Курскую, Пензенскую области, Мордовскую и Чувашскую республики, западную часть Татарстана, южные части Московской, Рязанской Нижегородской областей, восточные – Калужской и Брянской, северные Белгородской и Воронежской областей, западную Ульяновской, северо-западную Самарской области. Соответственно, в Среднерусскую лесостепную провинцию частично входят 3 (Центральный), 4 (Волго-Вятский), 5 (Центрально-Чернозёмный), 7 (Средневолжский) регионы государственного сортоиспытания. Адаптированные к условиям этой природно-сельскохозяйственной провинции сорта культурных растений следует обозначить сортами *среднерусского лесостепного агроэкотипа*.

В мировой классификации Н.И. Вавилова этот агроэкотип мог бы составлять часть Центральноевропейской агроэкологической группы [1]. Позднее, в «Культурной флоре» 1979 года [10] Р.Х. Макашева обозначает её как Европейскую лесостепную агроэкологическую группу.

В тридцатые годы прошлого столетия работы по агроэкологической классификации основных сельскохозяйственных растений были выполнены под руководством Н.И. Вавилова путём «географических посевов» одного и того же набора сортов в разных

точках Советского Союза. С тех пор прошло много лет. За это время изменился климат, стала иной технология возделывания, эволюционировали в культуре возделываемые растения, переместились их ареалы. Даже горох, который со времён «Царя-Гороха» остался в своих старых границах, словно по команде «На месте – шагом марш!» прошёл долгий и впечатляющий эволюционный путь.

Назрела пора провести новые «географические посеы» с использованием современных методов исследований под общим руководством ФИЦ ВИГРР имени Н.И. Вавилова (ВИР) силами отраслевых федеральных научных центров. Ценную информацию в этом деле могла бы дать Госкомиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений. Важно определить взаимодействие естественного и искусственного отбора в селекционном процессе и его отражение в характеристике агроэкоотипа.

На примере гороха в таблице 1 представлены все успешно прошедшие госиспытание сорта селекции ФНЦ ЗБК, созданные в 1976-2018 годах на территории Орловской области.

Регионы допуска сорта к использованию (районированию) указаны на период его максимального распространения. Из 30 сортов 27 (90%) районированы в регионах сортоиспытания, входящих в Среднерусскую лесостепную провинцию. Засухоустойчивый сорт Визир показал своё преимущество по урожайности семян лишь в жестких условиях Северного Кавказа и Нижнего Поволжья. Сорт Юбилейный создан для возделывания по технологии симбиотического растительного-микробного взаимодействия, которая была использована в Республике Беларусь. Районирование сорта Оптимус в двух контрастных по природным условиям регионах представляет предмет особого исследования.

Таблица 1

Районирование сортов гороха селекции ФНЦ ЗБК в периоды их максимального распространения

Сорта	Районирование		Сорта	Районирование	
	Ареал СРЛСП*	За его пределами		Ареал СРЛСП*	За его пределами
Стрелецкий	3	–	Батрак	3, 5, 7	6, 10, 11
Орловский 3	3	–	Алла	3, 4	2, 8, 10 Беларусь
Аист	4, 5	Беларусь	Шустрик	3	2
Стрелецкий 11	3, 5	–	Мультик	3, 4	6, 8, 9, Беларусь
Малиновка	3, 4, 5, 7	6, 10	Визир	–	6, 8
Татарстан 2	3, 7	1	Фараон	3, 5, 7	6, 8, 9, 10, Украина
Стрелецкий 31	3, 5	–	Темп	3, 5	–
Орловчанин	3, 4, 5, 7	6, 8, Украина	Спартак	3, 4, 5, 7	6, 9, 12
Норд	3, 4, 5, 7	9, 10	Софья	3, 5	–
Спрут	4, 7	2, 8, 9, 11	Юбилейный	–	Беларусь
Орлус	3, 4	6	Родник	3	6
Орпела	3, 7	8, 12	Оптимус	–	2, 10
Спрут 2	4	–	Амиор	5	–
Орловчанин 2	3, 5	6, 8	Эстафета	3	–
Зарянка	3, 5	2, 8, 10, 12 Беларусь	Ягуар**	4, 5	6,8,10

*СРЛСП – Среднерусская лесостепная провинция

Две трети сортов гороха селекции ФНЦ ЗБК, благодаря высокому урожайному потенциалу, преодолели адаптивные ограничения своего региона и были районированы ещё и за пределами Среднерусской лесостепной провинции. Преимуществом урожайного потенциала сортов Западной Европы, где уровень селекции в целом выше российского, объясняется их экспансия на поля России.

Произрастание по «воле человека» сортов сельскохозяйственных растений двух и более агроэкоотипов в одном месте является ещё одной их особенностью в отличие от экоотипов, у которых это невозможно.

Одним из основных факторов формирования агроэкоотипа является свет. На разных этапах органогенеза растения по-разному реагируют на длину, интенсивность и спектральный состав светового потока. Причём именно спектр может определять фотопериодическую реакцию растения. В исследованиях С.С. Шанина и его сотрудников [11] в ФНЦ кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса, в частности, установлено, что короткое, 10-12-часовое освещение длинноволновой (красной) частью спектра на развитие растений действует так же, как и их выращивание на длинном, 16-17-часовом дне. Этот эффект объясняет одинаковое по прохождению фаз развития поведение сортов гороха из Индии в условиях длинного дня Среднерусской лесостепи. В Индии горох выращивают в зимние (октябрь-март) месяцы, когда длина дня меньше 12 часов, но Солнце высоко над горизонтом не поднимается, и в спектре его лучей преобладают длинные волны.

В этой же связи вполне обоснованы рекомендации по вовлечению в селекцию сортов нута для условий Среднерусской лесостепи образцов Индии, Ирана, Эфиопии и других южных стран, где нут также выращивают в зимние месяцы [12].

Детерминантные, контролируемые аллелем *deh* сорта гороха адаптированы к условиям высокой интенсивности света Заволжья и Западной Сибири. В западной части Европейской России они уступают индетерминантным сортам, проявляют модификационную и мутационную изменчивость [13, 14]. Поэтому созданные в Орловской области сорта Орловчанин 2 и Батрак нельзя отнести к среднерусскому лесостепному агроэкоотипу. Они были районированы в этой провинции за исключительную устойчивость к полеганию и высокую массовую долю белка в семенах. К условиям высокой освещённости и тёплому климату адаптированы также детерминантные сорта гречихи [6:174-180], многоплодные формы гороха [15]. Значит, по «воле человека» в одной экологической зоне можно создавать сорта иного агроэкоотипа.

В зависимости от интенсивности солнечного света наблюдается изменчивость в соотношении листовых морфотипов районированных сортов гороха по регионам допуска. По данным Госреестра на 2021 год наиболее высокая доля листочковых сортов в ассортименте – 38,5% отмечена в Северо-Западном регионе. По мере продвижения по меридиану на юг Европейской России их доля снижается до 14,0% (табл. 2).

Таблица 2

Соотношение листочковых и усатых сортов гороха посевного, внесённых в Госреестр допущенных к использованию сортов на 2021 год, по регионам РФ

Регионы	Всего сортов, шт.	в том числе			
		листочковые		усатые	
		шт.	%	шт.	%
2. Северо-Западный	13	5	38,5	8	61,5
3. Центральный	38	12	31,6	26	68,4
4. Волго-Вятский	46	10	21,7	36	78,3
5. Центрально-Чернозёмный	56	10	17,8	46	82,2
6. Северо-Кавказский	57	8	14,0	49	86,0
7. Средневолжский	38	8	21,0	30	79,0
8. Нижневолжский	13	3	23,1	10	76,9
9. Уральский	24	5	20,1	19	79,9
10. Западно-Сибирский	41	8	19,5	33	80,5
11. Восточно-Сибирский	21	6	28,6	15	71,4

Этот факт обусловлен тем, что интенсивность фотосинтеза у усатых растений возрастает по мере увеличения интенсивности солнечного света, а у листочковых, достигнув максимума при умеренном световом потоке, падает при его дальнейшем увеличении [16, 17].

И, как следствие, у листочковых сортов урожайность сравнительно выше в северных широтах, у усатых – в южных.

К числу важнейших для селекции признаков агроэкоотипов Н.И. Вавилов относил устойчивость к болезням и вредителям. Но в условиях преобладающего химико-технологического земледелия, патогенез подавляется не под действием генетических факторов, а обработкой посевов пестицидами. При этом не функционирующие гены устойчивости переходят в скрытое состояние, а иммунологическая характеристика сорта отражает лишь эффективность применяемых препаратов. Однако для развивающегося органического растениеводства без химии показатели иммунитета остаются актуальными.

Эдафическая характеристика агроэкоотипа обусловлена как природными факторами (химическими, физическими, биологическими), так и факторами воздействия человека агротехническими приёмами. В России разработан «Федеральный регистр технологий производства продукции растениеводства» (2000). Согласно этому регистру все агротехнологии делятся на: А – *высокие*, которые обеспечивают реализацию биоэнергетического потенциала современных сортов более чем на 85%; Б – *интенсивные* (реализация биоэнергетического потенциала >65%); В – *нормальные* агротехнологии, «которые ориентированы на предотвращение деградации ландшафтов и почв (эрозия, дефляция, загрязнение вредными веществами), на создание и поддержание среднего уровня их окультуренности и устранение острого дефицита минеральных элементов питания растений», Г – *экстенсивные* агротехнологии, «которые базируются в основном на использовании естественного плодородия почв с минимальным применением средств химизации или же совершенно без них» [9:12-13].

За рубежом, в некоторых странах государственное сортоиспытание проводится на двух фонах почвенного плодородия, и сорта, соответственно, разделяются на интенсивные и экстенсивные. В России, к сожалению, это не происходит. Сорта, созданные и размноженные на высоком агрофоне, в условиях экстенсивной агротехнологии оказываются менее урожайными, чем экстенсивные сорта. В результате имеем то, что имеем: 20-30% реализации урожайного потенциала в целом по производству. Эдафические типы, очевидно, должны быть подтипами географических (климатических) агроэкоотипов.

Таким образом, термин экотип следует использовать для экологической характеристики способных к самовоспроизведению естественных популяций дикорастущих растений. Сорта и гибриды сельскохозяйственных культур, как искусственные популяции, существование которых поддерживается человеком, в экологическом отношении должны обозначаться термином агроэкоотип. Экотипы формируются под действием естественного отбора, агроэкоотипы – естественного и искусственного. Для географической классификации агроэкоотипов в России целесообразно руководствоваться «Природно-сельскохозяйственным районированием земельного фонда Российской Федерации» (1983). Для эдафической характеристики следует использовать «Федеральный регистр технологий производства продукции растениеводства» (2000). Агроэкологические признаки и свойства необходимо использовать при разработке зональных моделей перспективных сортов, при подборе компонентов скрещивания и в селекционном процессе в целом. В семеноводстве – при определении районов товарного семеноводства в первичных звеньях следует учитывать модификационную и мутационную изменчивость сорта в зависимости от его принадлежности к конкретному агроэкоотипу.

Литература

1. Вавилов Н.И. Новая систематика культурных растений// Избранные сочинения. – М.: «Колос», – 1966. – С. 226-237.
2. Шамсутдинов З.Ш. (редактор). Адаптивная система селекции кормовых растений (биогеоценотический подход). – М.: МГОУ, – 2007. – 224 с.
3. Вавилов Н.И. Селекция как наука// Избранные сочинения. – М.: «Колос», – 1966. – С. 164-175.
4. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. В трёх томах. – М. «Агрорус», – 2008–2009.–816-1104-960 с.
5. Жученко А.А. Эколого-генетические основы адаптивной системы селекции растений // Селекция и семеноводство. – 1999. – № 4. – С. 3-16.

6. Задорин А.Д. (редактор) Научные основы создания моделей агроэкоотипов сортов и зональных технологий возделывания зернобобовых и крупяных культур для различных регионов России. Материалы научно-методического совещания. – Орёл: «Орелиздат», – 1997. – 256 с.
7. Головина Е.В., Зотиков В.И. Продукционный процесс и адаптивные реакции к абиотическим факторам сортов сои северного экотипа в условиях Центрально-Чернозёмного региона РФ. – Орёл: ООО ПФ «Картуш», – 2019. – 320 с.
8. Посыпанов Г.С., Кобозева Т.П., Делаев У.А. [и др.]. Методы создания сортов сои северного экотипа // Сельскохозяйственная биология. – 2006. – № 5. – С. 29-33.
9. Коломейченко В.В. Полевые и огородные культуры России (монография). Том 1. – Орёл: Изд-во «Орлик», – 2015. – 496 с.
10. Макашева Р.Х. Горох. Культурная флора СССР. Том IV. Зерновые бобовые культуры. – Л.: «Колос», – 1979. – С. 23-324.
11. Шаин С.С., Богданов П.И., Кашманов А.А. [и др.]. Свет и развитие растений. – М.: Сельхозиздат, – 1963. – 624 с.
12. Донская М.В. Исходный материал нута для селекции сортов северного экотипа. Автореферат дисс... канд с.-х наук. – Орёл, – 2013. – 23 с.
13. Зеленев А.Н., Павловская Н.Е., Щетинин В.Ю., Корниенко Н.Н. Непрерывная трансформация генома у гороха // Доклады Россельхозакадемии, – 2011. – № 5. – С. 12-15.
14. Зеленев А.А., Зеленев А.Н., Новикова Н.Е. Физиологический и адаптивный потенциал рассечённолисточкового морфотипа гороха в чистых и смешанных посевах // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015. – № 4(16). – С. 3-12.
15. Сидорова К.К. Генетика мутантов гороха. – Новосибирск: «Наука», – 1981. – 168 с.
16. Коф Э.М., Чувашева Е.С., Кефели В.И., Зеленев А.Н. Действие света возрастающих интенсивностей на рост растений гороха с изменённым типом листа // Физиология растений. – 1993. – Т.40. – № 5. – С. 734-741.
17. Амелин А.В. Фотосинтетические свойства растений в аспекте селекции гороха с усатой формой листа // Доклады Россельхозакадемии. – 1998. – № 5. – С. 9-10.

References

1. Vavilov N.I. Novaya sistematika kul'turnykh rastenii. Izbrannye sochineniya. [The new systematics of cultivated plants. Selected works] Moscow, «Kolos» Publ., 1966, pp. 226-237. (In Russian)
2. Shamsutdinov Z.Sh., ed. Adaptivnaya sistema seleksii kormovykh rastenii (biogeotsenoticheskii podkhod) [Adaptive forage plant breeding system (biogeocenotic approach)]. Moscow, MGOU, 2007, 224 p. (In Russian)
3. Vavilov N.I. Seleksiya kak nauka. Izbrannye sochineniya. [Breeding as a science. Selected essays] «Kolos» Publ., 1966, pp. 164-175. (In Russian)
4. Zhuchenko A.A. Adaptivnoe rastenievodstvo (ekologo-geneticheskie osnovy). Teoriya i praktika. [Adaptive crop production (ecological and genetic foundations). Theory and practice.] In three volumes. Moscow, «Agrorus» Publ., 2008-2009, 816-1104-960 p. (In Russian)
5. Zhuchenko A.A. Ekologo-geneticheskie osnovy adaptivnoi sistemy seleksii rastenii. [Ecological and genetic foundations of the adaptive system of plant breeding] *Seleksiya i semenovodstvo*, 1999, no. 4, pp. 3-16. (In Russian)
6. Zadorin A.D., ed. Nauchnye osnovy sozdaniya modelei agroekotipov sortov i zonal'nykh tekhnologii vozdelevaniya zernobobovykh i krupyanykh kul'tur dlya razlichnykh regionov Rossii. [Scientific basis for creating models of agroecotypes of varieties and zonal technologies for the cultivation of leguminous and cereal crops for various regions of Russia] *Materialy nauchno-metodicheskogo soveshchaniya* [Materials of the scientific and methodological meeting], Orel, «Orelizdat» Publ., 1997, 256 p. (In Russian)
7. Golovina E.V., Zotikov V.I. Produktionnyi protsess i adaptivnye reaksii k abioticheskim faktoram sortov soi severnogo ekotipa v usloviyakh Tsentral'no-Chernozemnogo regiona RF [Production process and adaptive reactions to abiotic factors of soybean varieties of the northern ecotype in the conditions of the Central Black Earth region of the Russian Federation]. Orel, «Kartush» Publ., 2019, 320 p. (In Russian)
8. Posypanov G.S., Kobozeva T.P., Delaev U.A. et al. Metody sozdaniya sortov soi severnogo ekotipa [Methods for creating soybean varieties of the northern ecotype]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 2006, no. 5, pp. 29-33. (In Russian)
9. Kolomeichenko V.V. Polevye i ogorodnye kul'tury Rossii (monografiya) [Field and garden crops of Russia (monograph)]. V.1, Orel, «Orlik» Publ., 2015, 496 p.
10. Makasheva R.Kh. Gorokh. Kul'turnaya flora SSSR. [Cultural flora of the USSR.] V. IV. Zernovye bobovye kul'tury [Cereal legumes], Leningrad, «Kolos» Publ., 1979, pp. 23-324. (In Russian)
11. Shain S.S., Bogdanov P.I., Kashmanov A.A. et al. Svet i razvitie rastenii [Light and plant development], Moscow, Sel'khozizdat Publ., 1963, 624 p. (In Russian)
12. Donskaya M.V. Iskhodnyi material nuta dlya seleksii sortov severnogo ekotipa [Source material of chickpea for breeding varieties of the northern ecotype]. PhD thesis (Agric.), Orel, 2013, 23 p. (In Russian)
13. Zelenov A.N., Pavlovskaya N.E., Shchetinin V.Yu., Kornienko N.N. Nepreryvnaya transformatsiya genoma u gorokha [Continuous transformation of the genome in peas]. *Doklady Rossel'khozakademii*, 2011, no. 5, pp.12-15. (In Russian)

14. 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)
15. Sidorova K.K. Genetika mutantov gorokha [Pea mutant genetics]. Novosibirsk. «Nauka» Publ., 1981, 168 p. (In Russian)
16. Kof E.M., Chuvashева E.S., Kefeli V.I., Zelenov A.N. Deistvie sveta vozrastayushchikh intensivnostei na rost rastenii gorokha s izmenennym tipom lista. [Effect of light of increasing intensity on the growth of pea plants with a modified leaf type.] *Fiziologiya rastenii*, 1993, V.40, no. 5, pp. 734-741. (In Russian)
17. Amelin A.V. Fotosinteticheskie svoistva rastenii v aspekte seleksii gorokha s usatoi formoi lista [Photosynthetic properties of plants in terms of breeding leafless pea plants]. *Doklady Rossel'khozakademii*, 1998, no. 5, pp. 9-10. (In Russian)