

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ СЕЯНЦЕВ СОРТОВ И ПРИРОДНЫХ ФОРМ *PRUNUS ARMENIACA* В УСЛОВИЯХ ГОРНОГО ДАГЕСТАНА

Д.М. Анатов, З.М. Асадулаев, Р.М. Османов  
Горный ботанический сад ДНЦ РАН, РФ, г. Махачкала  
*djalal@list.ru*

В работе представлены результаты эколого-географического эксперимента по изменчивости морфологических признаков однолетних сеянцев *Prunus armeniaca* L. (*Rosaceae*) различного происхождения в условиях Цудахарской экспериментальной базы Горного ботанического сада ДНЦ РАН. В качестве объектов исследования были использованы сеянцы 24 сортов и форм абрикоса. Все изучаемые образцы были разделены на группы: «дагестанские культурные» включающие сорта и формы, выведенные в Дагестане; «дагестанские дикорастущие» – образцы из природных мест произрастания; «европейские» включающие сорта европейского происхождения или выведенные на их основе, «таджикские» – дикие формы из Таджикистана, и сорта селекции ГБС РАН – «московские». Оценку молодых растений проводили по признакам «длина побега», «число листьев», «число боковых побегов первого порядка». Проведенное сравнительное изучение сеянцев абрикоса показало, что у дикорастущих по происхождению форм разветвленность побегов заметно выше, чем у культурных, что связано с адаптивным значением этого свойства в природных условиях, где отбор направлен на формирование более разветвленной структуры побега способствующей лучшей восстанавливаемости молодых деревьев при поедании животными. Учетные нами признаки («длина побегов», «число листьев») по коэффициенту вариации в целом имеют высокие показатели относительной изменчивости как внутри групп, так и в целом для всей совокупности, что подчеркивает неоднородность образцов независимо от их происхождения. По итогам проведенного двухфакторного дисперсионного анализа установлены достоверные различия между всей совокупности образцов. Сила влияния фактора ( $h^2$ ) составила от 18,1% для числа листьев, до 42,6% для длины побега. По фактору «дикие – культурные» выявил достоверные различия для признака «число боковых побегов». Классификация сортов и форм по морфологическим признакам методом кластерного анализа выявило три главные группы. Дифференциация образцов произошло по признаку «длина побега», по остальным учтенным признакам выделены более мелкие группировки. Таким образом, выявленная неоднородность сеянцев абрикоса по силе роста и побегообразованию, не связана с эколого-географическим происхождением, между «дикими» и «культурными» формами выявлена достоверная разница по разветвленности побегов.

**Ключевые слова:** морфологические признаки сеянцев, *Prunus armeniaca* L., природные формы и культивары, Горный Дагестан, эколого-географические группы.

## VARIABILITY OF MORPHOLOGICAL TRAITS SEEDLING VARIETY AND NATURAL FORMS OF *PRUNUS ARMENIACA* IN MOUNTAINOUS DAGESTAN

D.M. Anatov, Z.M. Asadulaev, R.M. Osmanov  
Mountain Botanical Garden of DSC RAS

The results of ecologically- geographical experiment on the variability of morphological traits of *Prunus armeniaca* L. annual seedlings of different origin under Tsudahar experimental base of the Mountain Botanical Garden DSC are given in article. 24 seedlings apricot varieties and forms were used as the objects of the study. The studied samples were divided into groups. There are "Dagestani cultural" including varieties and forms derived in Dagestan; "Dagestani wild" – samples from

wild habitats; "Europe" includes varieties of European origin or derived based on them, "Tajik" – wild forms of Tajikistan, and "Moscow" – varieties of the MBG RAS selection. Evaluation of young plants was carried out by the characteristics of "escape length", "number of leaves", "number of lateral shoots of the first order". The comparative study conducted on apricot seedlings showed that wild-born forms has significantly higher branching shoots than the cultural, which is associated with the adaptive value of this property in natural conditions, where the selection is aimed at forming more branched shoot structure enable for better recoverability of young trees by eating animals. For all discounted signs ("length of shoots", "number of leaves"), the coefficient of variation as a whole have high relative variableness both in groups and as a whole for the entire population, underscoring the heterogeneity of the samples regardless with their origin. The significant differences among the entire set of samples are revealed according to results of the two-factor analysis of variance. The strength of the influence factor ( $h^2$ ) ranged from 18.1% at "number of leaves" to 42.6% for "length of the shoot". The significant difference is revealed for "number of lateral shoots according to the "wild – cultural" factor. Three main groups are identified by the morphologically classification of varieties and forms by cluster analysis. Differentiation patterns occurred on the grounds of "escape length", the remaining discounted featured allocated smaller groups. Thus, revealed heterogeneity of apricot seedlings for the growth and strength of shoot formation, is not associated with ecologically-geographical origin. There was a significant difference for branching shoots between "wild" and "cultural" forms.

**Keywords:** morphological characteristics of seedlings, *Prunus armeniaca* L., natural forms and cultivars, Mountain Dagestan, ecologically-geographical groups.

Изучение механизмов экологической пластичности природных и сортовых популяций растений представляет собой одну из важнейших задач генетики и экологии. Понятие «экологическая пластичность» связано с постановкой и решением таких фундаментальных биологических проблем, как взаимодействие «генотип – среда», реализация генетической информации в индивидуальном развитии, целостность организмов и популяций, идентификация ценных особей в исходном материале для селекции. Вскрытие механизмов экологической пластичности природных и сортовых популяций, связанный с этой задачей анализ внутривидовой структуры составляют методологические и методические основы эколого-генетического мониторинга растительных ресурсов [1].

При этом известные методы изучения внутривидовой изменчивости предполагают выращивание сортового и популяционного материала в разных экологических условиях (для горных растений, например, на разных высотных уровнях) или выращивание эколого-географических образцов на одинаковом агротехническом фоне [2–4].

*Prunus armeniaca* L. является одним из важнейших плодовых культур Дагестана. Здесь имеется не только богатый набор интродуцированных и местных сортов, но и крупные массивы природных популяций. В литературе приводится много работ [5–9] по структуре изменчивости листьев, цветков, плодов, косточек и других особенностях этого вида, но исследования по изменчивости морфологических признаков на начальных стадиях развития растений абрикоса отсутствуют или носят описательный характер.

Морфологические и ростовые особенности сеянцев *P. armeniaca* L. на начальных стадиях развития, можно рассматривать как в рамках генетического, популяционного, экологического и географического аспектов, так и с практической стороны для целей экологической селекции. Кроме этого, возможна прогнозная оценка связей между морфологическими признаками ювенильных растений с признаками устойчивости и продуктивности взрослых растений.

Целью нашей работы являлось сравнительное изучение морфологических и ростовых особенностей сеянцев *P. armeniaca* L. в интродукционном эколого-географическом эксперименте в условиях Горного Дагестана.

## Материал и методика

Морфологические особенности у однолетних сеянцев 24-х сортов и форм *P. armeniaca* изучали в конце сентября 2013 года при завершении ростовой активности на Цудахарской экспериментальной базе (1100 м н. ур.м.) Горного ботанического сада ДНЦ РАН.

Образцы были разделены на группы: «дагестанские культурные» включающие сорта и формы, выведенные в Дагестане; «дагестанские дикорастущие» – образцы из дикорастущих мест произрастания; «европейские» включающие сорта европейского происхождения или выведенные на их основе, «таджикские» – дикие формы из Таджикистана; и сорта селекции ГБС РАН – «московские».

Посев семян и фенологические наблюдения были проведены в соответствии с Программой и методикой ... [10]. Оценку молодых растений проводили по признакам «длина побега», «число листьев», «число боковых побегов первого порядка». Измерения проводились линейкой с точностью до 1 мм. Для математической обработки данных были использованы методы описательной статистики, дисперсионный, кластерный анализы [11–13]. Статистическая обработка полученных результатов выполнена с использованием программы Statistica v. 5.5.

## Результаты и их обсуждение

При анализе ростовой активности сеянцев *P. armeniaca* наибольшими средними значениями по учетным признакам выделились два образца из группы «таджикские», низкими – группа «европейские» (табл.). По числу листьев уступали «московские», а по числу боковых побегов «даг. дикорастущие» (образец Хиндах). Группы «даг. дикорастущие» и «даг. культурные» имея сходные значения по длине побега и числу листьев, сильно различаются по числу боковых побегов. У дикорастущих по происхождению образцов разветвленность побегов заметно выше, чем у культурных, что связано с адаптивным значением этого свойства в природных условиях, где отбор направлен на формирование более разветвленной структуры побега для лучшей восстанавливаемости при повреждениях. В целом нужно отметить, что степень «культурности» у выделенных образцов проявляется в снижении числа боковых побегов. Это также заметно по сходству группы «даг. дикорастущие» с таджикским и московскими образцами. Как известно, московские сорта имеют среднеазиатское происхождение [14], и являются относительно еще молодыми не вполне сформировавшимися сортами.

Внутри каждой группы имеется заметное варьирование показателей. Во всех группах (кроме малочисленных европейских и московских) наблюдается сильная градация значений от низких средних значений до высоких. Т.е. налицо заметная неоднородность, которая не связана с эколого-географическим происхождением. При этом, в нашем эксперименте известные эколого-географические группы [15, 16] представлены малым числом сортов и форм, и делать на основе полученных показателей окончательные выводы преждевременно. Поэтому мы ограничимся оценкой изменчивости морфологических признаков только между учетными образцами.

Учетные нами признаки («длина побегов», «число листьев») в целом имеют средние и высокие показатели относительной изменчивости сеянцев как внутри групп, так и в целом для всей совокупности, что еще раз подчеркивает сильно выраженную неоднородность образцов независимо от их происхождения. Применительно к числу боковых побегов варьирование является очень высоким, так как на экспрессивность этого признака значительное влияние оказывают микроэкологические условия выращивания.

**Сравнительная характеристика морфологических признаков семян *P. armeniaca* L.  
различного эколого-географического происхождения в условиях  
Цудахарской экспериментальной базы ГорБС**

Образцы	n	Длина побега		Число листьев		ЧБП	
		X±S <sub>x</sub>	CV,%	X±S <sub>x</sub>	CV,%	X±S <sub>x</sub>	CV,%
<b>Даг. культурные</b>							
Унцукул. поздний	22	61,9±2,86	21,7	30,9±1,50	22,8	5,6±0,54	44,7
Хонобах	25	51,9±2,04	19,7	29,8±1,41	23,7	5,7±0,75	65,3
Кахаб	29	55,3±2,64	25,7	25,8±1,51	31,6	5,7±0,83	78,8
Умумузул	20	45,2±2,86	28,3	30,8±1,83	26,6	4,9±0,82	75,2
Хонобах	30	68,4±2,05	16,4	32,4±1,22	20,6	9,5±0,88	51,1
∑	126	57,3±1,30	25,5	29,8±0,68	25,8	6,5±0,38	66,8
<b>Даг. дикорастущие</b>							
Гоор 2	20	58,6±5,53	42,2	32,6±2,66	36,5	10,7±2,09	87,8
Гоор 3	25	54,0±1,95	18,0	34,4±1,41	20,5	6,6±0,89	67,8
Курми 1	30	66,1±1,76	14,6	38,2±1,16	16,6	13,6±1,22	49,1
Курми 2	18	47,7±2,74	24,4	31,3±1,77	24,0	7,4±1,14	65,3
Курми 6	20	40,4±2,38	26,4	30,8±1,81	26,3	4,0±0,58	65,4
Курми 8	24	57,5±2,36	20,1	33,4±1,20	17,6	10,1±1,12	54,0
Курми 9	20	62,9±2,99	21,2	33,4±1,51	20,3	13,1±1,26	43,1
Ташкапур	29	66,2±2,34	19,1	30,3±1,07	19,1	11,8±1,20	54,4
Цудахар	20	44,0±3,15	32,1	26,5±1,72	29,0	6,0±0,73	54,9
Хиндах	28	38,1±2,09	29,0	25,3±1,06	22,2	4,9±0,67	71,6
∑	234	54,2±1,08	30,5	31,7±0,53	25,5	9,0±0,42	71,4
<b>Европейские</b>							
Консерв. поздний	29	57,2±2,34	22,0	33,6±1,48	23,7	8,2±1,20	78,7
Медунец	30	59,7±2,19	20,1	31,3±1,08	18,9	8,1±0,76	51,9
Ароматный ф.	30	45,1±2,18	26,5	33,1±1,32	21,9	5,4±0,88	90,3
∑	89	54,0±1,45	25,3	32,7±0,75	21,7	7,2±0,57	74,2
<b>Московские</b>							
Алеша	23	60,3±2,16	17,2	30,3±1,47	23,3	8,2±0,91	53,7
Царский	19	61,9±2,40	16,9	25,6±1,03	17,5	10,3±1,12	47,4
∑	42	61,0±1,59	16,9	28,1±0,99	22,8	9,1±0,72	51,2
<b>Таджикские</b>							
Таджикий 1	30	76,8±2,71	19,3	35,5±1,41	21,8	13,0±0,76	32,2
Таджикий 2	30	84,3±1,74	11,3	34,8±0,82	12,9	12,5±0,96	41,8
Таджикий 3	25	50,1±2,88	28,8	26,5±1,25	23,6	8,5±0,97	57,0
Таджикий 4	30	54,0±1,96	19,9	27,4±1,56	31,2	7,2±0,62	47,6
∑	234	67,0±1,78	28,5	31,2±0,75	25,6	10,4±0,47	49,0
∑∑	606	57,7±0,67	28,8	31,1±0,32	25,1	8,5±0,23	66,9

*Примечание:* ЧБП – число боковых побегов первого порядка

В качестве основного критерия оценки значимости полученных результатов использован дисперсионный анализ. При этом на самом высоком уровне значимости подтверждены наши заключения о высокой неоднородности образцов (рис.1). Сила влияния фактора ( $h^2$ ) составила от 18,1% для числа листьев, до 42,6% для длины побега. Различия между выделенными эколого-географическими группами оказались недостоверными.

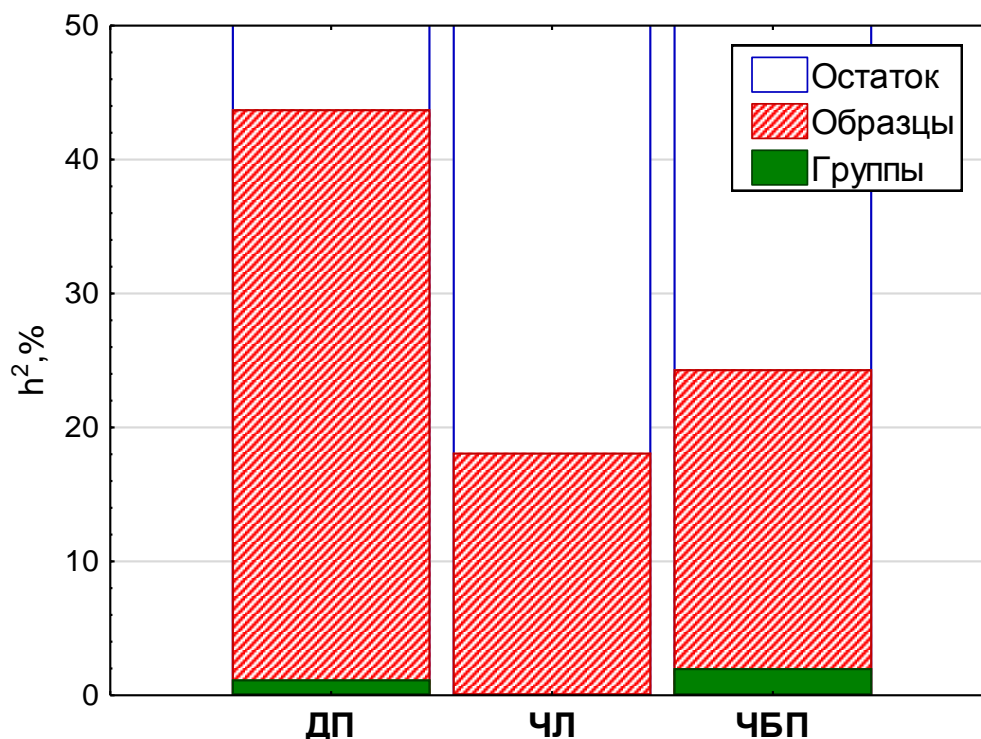


Рис. 1. Компоненты дисперсии по факторам эколого-географические группы и образцы (в процентах).

*Примечание:* ДП– длина побега, ЧЛ– число листьев, ЧБП– число боковых побегов

Различие между совокупностями образцов по фактору «дикие – культурные» достоверно подтверждено по признаку число боковых побегов (рис. 2). Сила влияния фактора ( $h^2$ ) составила 8,2%. По остальным признакам достоверных различий не выявлено. Как видим, при постоянстве различий между всей совокупностью образцов, разные подходы к выделению групп могут выдавать различные результаты и их интерпретации.

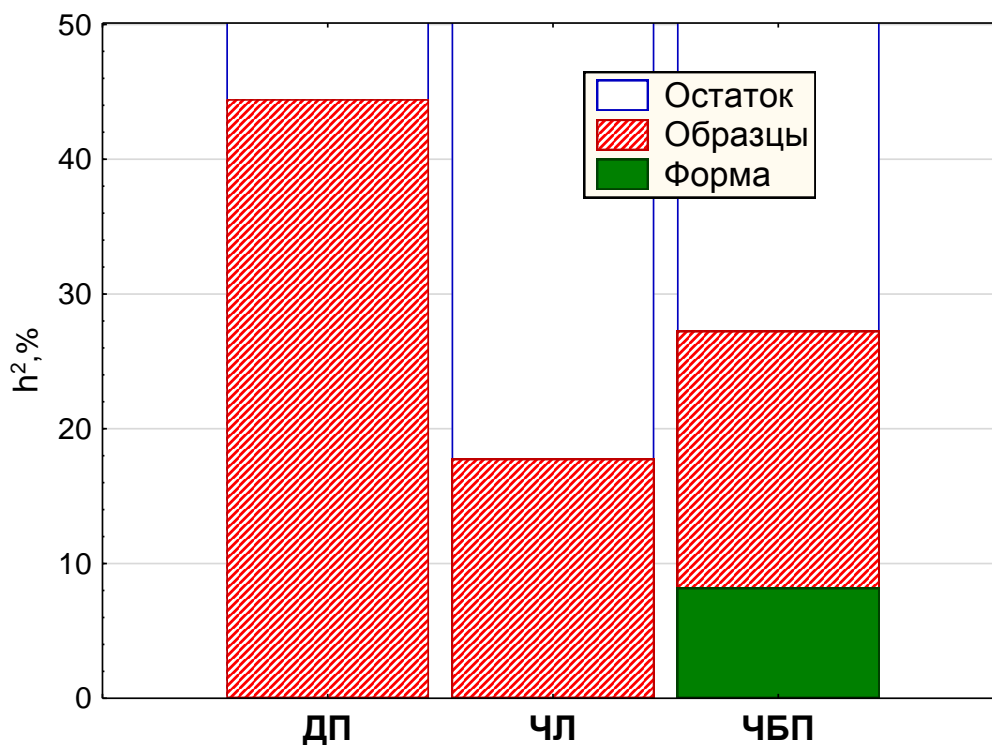


Рис. 2. Компоненты дисперсии по факторам «дикие – культурные» и образцы (в процентах).

*Примечание:* ДП– длина побега, ЧЛ– число листьев, ЧБП– число боковых побегов

Таким образом, наше предположение о том, что дикорастущие по происхождению образцы абрикоса имеют более разветвленную структуру побега, связанную с адаптивным значением этого свойства в природных условиях статистически подтверждается.

В этой связи было важно оценить группы многомерными методами статистики, одним из которых является кластерный анализ.

Классификация сортов и форм по морфологическим признакам методом кластерного анализа проведена по методу Уорда с использованием дистанций *сити-блок Манхэттена* (рис. 3).

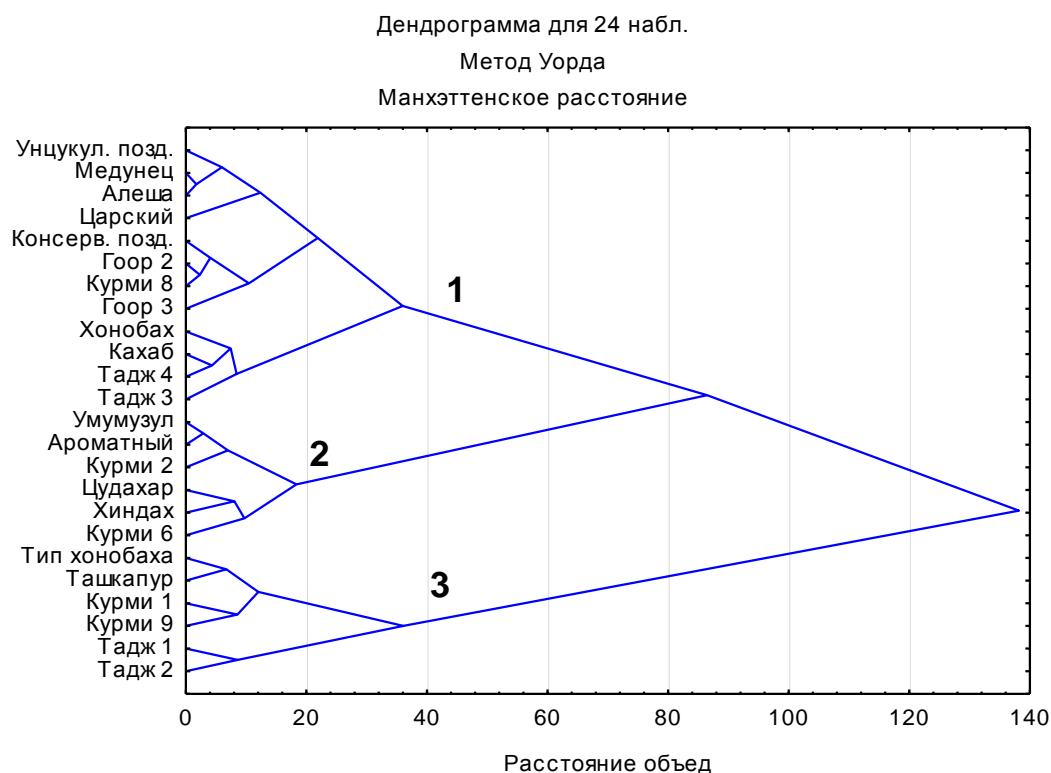


Рис. 3. Диаграмма кластерного анализа семян абрикоса по морфологическим признакам.

Проведенный анализ выявил три главные группы по учтенным признакам. В первый кластер вошли образцы со средними показателями длины побегов, облиственности и разветвленности побегов. Во второй кластер вошли образцы с низкими значениями этих же признаков. В третий, соответственно, вошли сильнорослые образцы с высокой разветвленностью и облиственностью. Проведенный кластерный анализ по учтенным признакам также не выявил эколого-географических различий между образцами у семян абрикоса. Например, во второй кластер с низкими значениями по всем признакам вошли 4 образца даг. диких и по одному представителю из европейских и даг. культурных сортов.

Дифференциация образцов произошла по самому информативному признаку, а именно по длине побега, остальные учтенные признаки сыграли второстепенную роль, выделив более мелкие группировки. Данные кластерного анализа дополняют результаты дисперсионного анализа, где основным признаком разграничивающий совокупности образцов является длина побега.

### Выводы

Проведенное сравнительное изучение семян абрикоса различного эколого-географического происхождения по морфологическим признакам показало, что полусибсы сохраняют в целом материнский морфотип, который во многом зависит от происхождения (культурный – дикий). Так, семена дикорастущих образцов более разветвлены по сравнению

с образцами имеющих культурное происхождение, что связано с адаптивным значением этого свойства. Однако на экспрессивность этого признака значительное влияние оказывают микроэкологические условия выращивания, в результате чего варьирование этого признака очень высокое. Таким образом, высокая внутригрупповая изменчивость образцов по разветвленности побегов уменьшает значение этого признака при оценке межгрупповых различий методами дисперсионного и кластерного анализа, выводя на первый план ростовые показатели.

*Работа выполнена с использованием уникальной научной установки «Система экспериментальных баз, расположенных вдоль высотного градиента» (УНУ СЭБ ГорБС ДНЦ РАН).*

### Литература (References)

1. *Shpakov A.E.* Mechanisms of ecological plasticity tobacco. Diss... Dr. biol. Sciences. Makhachkala, 2010. 243 p. (in Russian). *Шпаков А.Э.* Механизмы экологической пластичности табака. дисс. ... д-ра биол. наук. Махачкала, 2010. 243 с.
2. *Sinskaya E.N.* About categories and patterns of variability in populations of higher plants // Problems of populations in higher plants. L. 1963. Issue 2. P. 3–115. (in Russian). *Синская Е.Н.* О категориях и закономерностях изменчивости в популяциях высших растений // Проблемы популяций у высших растений. Л., 1963. Вып.2. С. 3–115.
3. *Sinskaya E.N.* On the general laws of ecological and geographical variation of the composition of wild and cultivated plant populations. Tr. by J.. bot., gen. and I sat down. 1964. T. 36. Vol. 2. P. 138–156. (in Russian). *Синская Е.Н.* Об общих закономерностях эколого-географической изменчивости состава популяций дикорастущих и культурных растений. Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1964. Т. 36. Вып. 2. С.138–156.
4. *Sinskaya E.N.* Problems of population botany. V.1. Ekaterinburg, Ural Branch of Russian Academy of Science, 2002. 196 p. (in Russian). *Синская Е.Н.* Проблемы популяционной ботаники. Т.1. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 196 с.
5. *Asadulaev Z.M., Anatov D.M. and Gaziev M.A.* 2014. Genetic resources of *Prunus armeniaca* L. natural populations in Mountainous Dagestan. Acta Hort. (ISHS) 1032:183–190.
6. *Anatov D.M, Osmanov R.M, Asadulaev Z.M, Gaziev M.A.* Ecological and historical aspects of diversity of the apricots form in the Mountainous Dagestan. // Bulletin of the Dagestan State University. 2015. Vol. 30, Issue. 1. P. 73–81. (in Russian). *Анатов Д.М., Османов Р.М., Асадулаев З.М., Газиев М.А.* Экологические и исторические аспекты разнообразия форм абрикоса в Горном Дагестане. // Вестник Дагестанского государственного университета. 2015. Том 30. Вып. 1. С. 73–81.
7. Apricot / Red. VK Smykov. M. : Publisher "Agropromizdat", 1989. 240 p. (in Russian). Абрикос / Ред. В. К. Смыков. М.: Издательство "Агропромиздат", 1989. 240 с.
8. *Avdeev V.I.* Apricots Eurasia: evolution, gene pool, introduction, selection. Orenburg Izdat. Center OSAU, 2012. 408 p. (in Russian). *Авдеев В.И.* Абрикосы Евразии: эволюция, генофонд, интродукция, селекция. Оренбург : Издат. центр ОГАУ, 2012. 408 с.
9. *Gorina V.M.* Scientific basis for the selection of apricot and plum to the Crimea and South of Ukraine. Diss. ... Dr. biol. Sciences. - Yalta. 2014. 479 p. (in Russian). *Горина В.М.* Научные основы селекции абрикоса и алычи для Крыма и Юга Украины. Дисс. ... д-ра биол. наук. Ялта, 2014. 479 с.
10. The program and method Cultivar fruit, berry and nut crops. (Edited by Academician RAAS EN, Sedov and the doctor of agricultural sciences, TP Ogoltsovoy.) Orel: Publishing House of the All-Russian Research Institute of breeding of fruit crops, 1999. 608 p. (in Russian). Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. (Под общей редакцией академика РАСХН Е.Н, Седова и доктора сельскохозяйственных наук

Т.П. Огольцовой.) Орел: Изд-во Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур, 1999. 608 с.

11. *Matayev S.A.* Main principle of procedure of research of infraspecific variability of woody plants // Individual and eko-geographical variability of plants. Tr. Institute ekol. rast. Also it is alive. UNTS AN the USSR. Sverdlovsk, 1975. V. 94. P. 3–14. (in Russian). *Мамаев С.А.* Основные принципы методики исследования внутривидовой изменчивости древесных растений // Индивидуальная и эколого-географическая изменчивость растений. Тр. Института экол. раст. и жив. УНЦ АН СССР. Свердловск, 1975. Вып. 94. С. 3–14.
12. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. М.: Наука, 1980. 291 с. (in Russian). *Lakin G. F.* Biometrics. M.: Nauka, 1980. 291 p.
13. *Ivanter E.V., Korosov A.V.* Introduction to quantitative biology. School edition. Publisher of Petrozavodsk State University, Petrozavodsk. 2003. 320 p. (in Russian). *Ивантер Э.В., Коросов А.В.* Введение в количественную биологию. Учебное издание. Издательство Петрозаводского государственного университета, Петрозаводск. 2003. 320 с.
14. *Skvortsov A.K., Kramarenko L.A.* Apricot in Moscow and Moscow region. М . Association of scientific editions КМК. 2007. 224 p. (in Russian). *Скворцов А.К., Крамаренко Л.А.* Абрикос в Москве и Подмосковье. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2007. 224 с.
15. *Kostina K.F.* Botanical and geographical study of apricot breeding in order to use. The report on the degree of doc. a / Agricultural Sciences. Moscow, 1965. 36 p. (in Russian). *Костина К.Ф.* Ботанико-географическое изучение абрикоса в целях селекционного использования. Доклад на соискание ученой степени док. с/х наук. Москва, 1965. 36 с.
16. *Mehlenbacher S.A., Cociu, V. & Hough, L.F.* (1991). Apricots (*Prunus*). In: Moore J. N., Ballington J. R. (eds) Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops. Acta Hort. 290, 63–109.