

УДК [634.4:631.52] (470+213.1)

ББК 42.8:41.3

X-20

*Беседина Тина Давидовна, доктор сельскохозяйственных наук, заведующая проектно-технологическим бюро отдела субтропических и южных плодовых культур Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур»; тел.: 8(918)4055404;*

*Омаров Магомед Джамалудинович, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела субтропических и южных плодовых культур Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур»; тел.: 8(918)4027449;*

*Омарова Зухра Магомедовна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции плодовых культур отдела субтропических и южных плодовых культур Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур»; e-mail: [zuly\\_om@mail.ru](mailto:zuly_om@mail.ru);*

*Авидзба Мадина Анатольевна, старший научный сотрудник Научно-исследовательского института сельского хозяйства Академии наук Абхазии; Республика Абхазия, г. Сухум; e-mail: [avidzba80@mail.ru](mailto:avidzba80@mail.ru)*

**ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТОВ ХУРМЫ ВОСТОЧНОЙ,  
ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ ВО ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКАХ, ПО ПАРАМЕТРАМ  
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ  
(рецензирована)**

*Главным приоритетом и критерием оценки сортов хурмы восточной считается сочетание высокой потенциальной продуктивности и устойчивости к действию абиотических стрессоров. На основе проведенного анализа по оценке параметров экологической пластичности и стабильности в зависимости от условий года, все сорта хурмы восточной, выращиваемые в условиях влажных субтропиков, можно разделить на интенсивные, пластичные, с низкой экологической пластичностью и гомеостатичные – не реагирующие на изменения среды.*

**Ключевые слова:** *хурма восточная, сорта, продуктивность, экологическая пластичность, стабильность плодоношения.*

*Besedina Tina Davidovna, Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Design and Technological Bureau of the Subtropical and Southern Fruit Crops Department of the Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Scientific Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops”; tel.: 8 (918) 4055404;*

*Omarov Maghomed Dzhamaludinovich, Doctor of Agricultural Sciences, a chief researcher of the Department of Subtropical and Southern Fruit Crops of the Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops”; tel.: 8 (918) 4027449;*

*Omarova Zukhra Maghomedovna, Candidate of Agricultural Sciences, a senior researcher of the Laboratory for Breeding of Fruit Crops of the Department of Subtropical and Southern Fruit Crops of the Federal State Budget Research Institution "All-Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops"; e-mail: zuly\_om@mail.ru;*

*Avidzba Madina Anatolyevna, a senior researcher of the Scientific Research Institute of Agriculture, Academy of Sciences of Abkhazia, the Republic of Abkhazia, Sukhum; e-mail: avidzba80@mail.ru*

## **CHARACTERISTICS OF JAPANESE PERSIMMON VARIETIES CULTIVATED IN WET SUBTROPICS ACCORDING TO THE ECOLOGICAL PLASTICITY AND STABILITY PARAMETERS**

(reviewed)

*The combination of high potential productivity and resistance to abiotic stressors is considered to be the main priority and criterion for evaluating Japanese Persimmon varieties. All varieties of Japanese persimmon grown in humid subtropics can be divided into intensive, plastic, low ecological plasticity and homeostatic ones - not responsive to environmental changes on the basis of the analysis conducted to assess the parameters of environmental plasticity and stability, depending on the conditions of a year.*

**Keywords:** *Japanese persimmon, varieties, productivity, ecological plasticity, stability of fruiting.*

Наличие значительного количества сортов хурмы восточной (по данным А.П. Драгавцева в 1959 г. в Китае произрастало более 800 сортов) и широкое распространение культуры по странам мира (Израиль, Италия, Бразилия, Мексика, Австралия, Франция, Азербайджан и т.д.) свидетельствует об её экологической пластичности. Главным приоритетом и критерием оценки сортов считается сочетание высокой потенциальной продуктивности и степень устойчивости к абиотическим стрессорам.

Высокий потенциал продуктивности сортов проявляется в зависимости от оптимальности условий внешней среды (климата, почв, рельефа, агротехники и т.д.). Реакция генотипов на факторы внешней среды широко варьирует [2, 3, 4, 5].

Освоение методов оценки экологической пластичности даёт более объективную оценку потенциальных возможностей сортов в изменяющихся условиях влажных субтропиков, что определяет успешность районирования, подбор сортовой технологии и прогноз поведения сортов в производственных условиях.

Наиболее широкое распространение получил метод определения экологической устойчивости S.A. Eberhart, W.A. Russell [6], который основан на расчёте двух параметров экологичности сортов: коэффициента линейной регрессии ( $b_i$ ) и дисперсии ( $S^2_{di}$ ). Данный метод был несколько модифицирован В.З. Пакудиным в 1976 году [7]. По мнению В.З. Пакудина и Л.М. Лопатиной [8], наиболее объективна оценка сорта, учитывающая общую его реакцию на изменение условий.

*Коэффициент линейной регрессии ( $b_i$ )* показывает реакцию сортов на изменение погодных условий выращивания, то есть даёт оценку пластичности. Он принимает значения больше и меньше единицы.

Дисперсия ( $S^2_{di}$ ) характеризует стабильность плодоношения сорта в различных условиях среды. В.В. Волгин и др. (2007) дают следующие градации по коэффициенту линейной регрессии ( $b_i$ ).

Анализ экологических особенностей сортов хурмы восточной, возделываемых в условиях влажных субтропиков, дает нам представление о продукционном потенциале сортов и реакции сортов на изменения погодных условий среды.

### Результаты исследований

Урожай – один из основных показателей хозяйственной ценности сорта. Он выражается средней многолетней величиной продуктивности с единицы площади и в единицу времени, обычно, в ц/га или в т/га. При этом урожай оказывается результирующим признаком воздействия внешней среды на генотип. А.А. Жученко (2009-2011) считает, что величина урожая является результатом компромисса между потенциальной продуктивностью и экологической устойчивостью сорта.

Одним из показателей адаптивности сорта является устойчивость плодоношения, характеризующаяся также её периодичностью [9, 10]. Степень периодичности плодоношения зависит от генотипа и условий внешней среды. Периодичность плодоношения важна как в качестве величины урожая, так и в экономическом отношении.

Изучение продуктивности по качественным характеристикам – устойчивости и периодичности плодоношения позволяет оценить биологический потенциал сортов, их адаптивность к условиям региона возделывания.

В таблице 1 представлены данные урожая 43 сортов хурмы восточной коллекции опытной станции (г. Сухум) за период с 2006 по 2010 гг. Группировка сортов хурмы восточной по величине урожая не разработана, вследствие чего взята аналогичная группировка семечковых плодовых культур [11].

Таблица 1. Урожай сортов хурмы восточной в условиях влажных субтропиков, 2006-2010 гг.

Сорта	Урожай по годам, кг/дер.					Средний	
	2006	2007	2008	2009	2010	кг/дер.	по зоне, %
<b>Высокоурожайные</b>							
‘Hiakume’	69	76	82	77	81	77	108
‘Hachia’	66	74	76	81	78	75	102
‘Fuyu’	64	72	71	76	72	71	31
‘Kostata’	34	49	68	92	102	69	86
‘XX Century’	63	69	67	72	64	67	81
‘Guiboshi’	66	55	78	65	62	65	75
‘Djiro’	46	66	64	59	77	62	67
‘Seedles’	52	54	59	61	69	59	59
‘Gosho-Gaki’	56	45	52	33	69	51	37
<b>Урожайные</b>							
‘Tanenashi’	41	43	52	56	48	48	29
‘Kuro-Kuma’	38	43	45	51	43	44	18
‘Iemon’	34	39	48	56	58	47	27
‘Shogatzu-Gaki’	28	37	54	58	56	47	27
<b>Среднеурожайные</b>							

‘Jankin-Tsuru’	29	33	41	39	43	37	0
‘Tsuru-Noko’	24	29	34	45	43	37	0
‘Tamopan big’	32	35	46	42	45	40	8
‘Mizushima’	32	38	43	46	41	40	8
‘Gosho’	23	31	39	49	63	41	9
‘Dai-Dai-Maru’	22	33	38	45	52	38	2
‘Aizu-Mishirazu’	17	28	37	46	57	37	0
‘Tsuru’	29	34	41	44	47	39	5
<b>Малоурожайные</b>							
‘Taydemon’	33	17	40	28	39	31	-16
‘Tamopan small’	27	34	31	38	35	33	-11
‘Kiara varies’	41	44	47	19	28	36	-3
‘Kiara constant’	37	35	34	28	27	32	-14
‘Geili’	26	29	33	35	27	30	-19
‘Nitari’	24	27	32	28	34	29	-22
<b>Низкоурожайные</b>							
‘Takura’	9	14	12	17	13	13	-65
‘Soyio’	17	19	24	28	32	24	-35
‘Aman-Kaki’	11	16	19	21	18	17	-54
‘Miko-Tsuru’	23	32	19	33	12	24	-35
‘Tendji-Gosho’	12	16	24	25	23	20	-46
‘Trant-Kaki’	13	17	24	26	30	22	-41
‘Kazan-Gaki’	13	17	22	27	26	21	-43
‘Zenji-Maru’	23	20	24	22	25	23	-38
‘Mazu-Gaki’	15	23	26	13	20	19	-49
‘Упенека’	22	16	19	14	11	16	-56
‘Надежда’	6	8	12	13	11	10	-73
Батумский	13	19	27	35	41	27	-27
‘Спутник’	14	18	23	26	24	21	-43
‘Зорька’	12	9	14	7	5	9	-76
‘Заря’	9	38	24	33	16	24	-35
‘Триумф’	11	17	26	32	34	24	-35
<b>Среднее по годам в зоне возделывания</b>	<b>29,7</b>	<b>34,1</b>	<b>39,3</b>	<b>40,7</b>	<b>41,9</b>	<b>37,1</b>	

Анализ продуктивности сортов хурмы восточной в коллекции, позволил произвести следующую группировку по урожаю: 9 сортов отнесены к высокоурожайным, средний урожай с дерева составил 51-77 кг. К группе урожайных – отнесено 4 сорта, урожай которых достиг 44-48 кг/дерево. В группу среднеурожайных – вошло 8, урожай которых составил 37-41 кг/дерево. Малоурожайные – исчисляются 6 сортами со средним урожаем 30-36 кг с дерева. В группу низкоурожайных вошло 16 сортов, средний урожай которых варьировал от 10 до 27 кг/дерево. Данная группа представлена в основном гибридами селекции Никитского и Батумского ботанических садов [12].

Для промышленного производства плодов наиболее значимы сорта высокоурожайных и урожайных групп.

**Экологическая пластичность хурмы восточной группы  
высокоурожайных сортов в условиях влажных субтропиков**

Оценка сорта, как один из основных средств интенсификации плодородства, зависит не только от его урожайности, но и характера его реакции на изменяющийся комплекс факторов внешней среды, к числу которых относятся такие объективные показатели как погодно-климатические условия.

Урожай с деревьев высокоурожайных сортов представлен в таблице 2.

Урожай сортов варьировал от 33 до 102 кг с дерева. Наибольший урожай с дерева сформировали сорта 'Hiakume' и 'Hachia' (77 и 75 кг соответственно), наименьший – снят с дерева 'Gosho-Gaki'.

Таблица 2. Продуктивность высокоурожайных сортов хурмы  
в условиях влажных субтропиков

Сорта	Урожай по годам исследований, кг/дерево					
	2006	2007	2008	2009	2010	средний
'Hiakume'	69	76	82	77	81	77,0
'Hachia'	66	74	76	81	78	75,0
'Fuyu'	64	72	71	76	72	71,0
'Kostata'	34	49	68	92	102	69,0
'XX Century'	63	69	67	72	64	67,0
'Guiboshi'	66	55	78	65	62	65,2
'Djiro'	46	66	64	59	77	62,4
'Seedles'	52	54	59	61	69	59,0
'Gosho-Gaki'	56	45	52	33	69	51,0
Средний урожай сортов	57,3	62,2	68,5	68,4	74,9	66,3

Параметры пластичности (коэффициент регрессии) и стабильности (среднеквадратическое отклонение от линии регрессии) помогают предвидеть реакцию сортов в производственных условиях.

Группа высокоурожайных сортов хурмы восточной в условиях влажных субтропиков характеризуется следующими показателями урожая и экологическими параметрами (табл. 3).

Таблица 3. Характеристика высокоурожайных сортов  
по параметрам экологической пластичности и стабильности

Сорта	Средний статистический урожай, кг/дерево	Коэффициенты		
		вариации, %	пластичности, $b_i$	стабильности, $S^2_{di}$
'Hiakume'	77,0±2,3	7	0,46	11,0
'Hachia'	75,0±2,3	7	0,61	13,8
'Fuyu'	71,0±1,9	6	0,35	17,3
'Kostata'	69,0±12,7	41	3,90	109,2
'XX Century'	67,0±1,6	6	0,00	7,7
'Guiboshi'	65,2±3,7	13	0,12	49,2
'Djiro'	62,4±5,0	18	1,34	50,4
'Seedles'	59,0±3,0	11	0,89	4,1
'Gosho-Gaki'	51,0±6,0	26	0,49	228,1

Сорта в группе высокоурожайных различаются по вариабельности (6-41%), экологической пластичности (0-3,9) и стабильности плодоношения (4,1-228,1)

Интенсивный сорт 'Kostata' ( $b_i = 3.9$ ) крайне не стабилен, его урожай колеблется в зависимости от условий года от 34 до 102 кг с дерева.

Присутствуют в группе два высокопластичных к условиям влажных субтропиков сорта ('Seedles', 'Djiro'), коэффициенты пластичности, которых составили соответственно 0,89 и 1,34, вариации – 11-18%, урожай их стабильнее, чем у сорта 'Kostata'.

Низкопластичные сорта характерны коэффициентом пластичности  $b_i = 0,35-0,61$ , это сорта 'Fuyu', 'Gosho-Gaki', 'Hiakume' и 'Nachia'. Но вариабельность их величины урожая различная. Наиболее стабильна она у 'Fuyu', 'Hiakume' и у 'Nachia', у 'Gosho-Gaki' она крайне не стабильна (33-69 кг/дер.).

Гомеостатичны два сорта – 'XX Century' и 'Guiboshi', урожай которых составил соответственно 67-65 кг/дерево. Коэффициент экологической пластичности этих сортов от 0 до 0,12. Они могут успешно выращиваться в менее благоприятных для них условиях (в горных условиях субтропиков).

На рисунке 1 наглядно представлен характер плодоношения высокоурожайных сортов при изменяющихся условиях года.

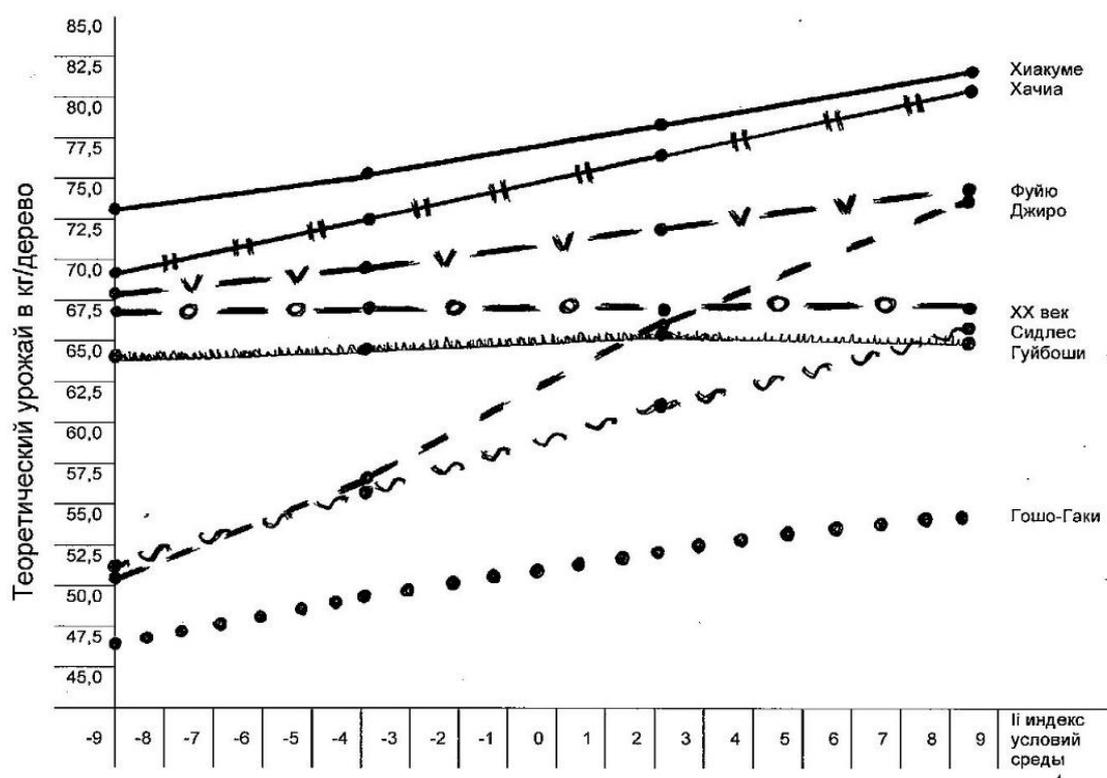


Рис. 1. Потенциальный (теоретический) урожай (кг/дерево) группы высокоурожайных сортов при изменении условий выращивания в 2006-2010 гг.

### Экологическая характеристика группы урожайных сортов хурмы восточной

В группу урожайных сортов вошли 'Tanenashi', 'Kuro-Kuma', 'Iemon', 'Shogatzu-Gaki' (табл. 4), урожай которых составил в среднем 46,4 кг/дерева. За годы исследований он колебался в пределах 28-58 кг с дерева по всем сортам данной группы.

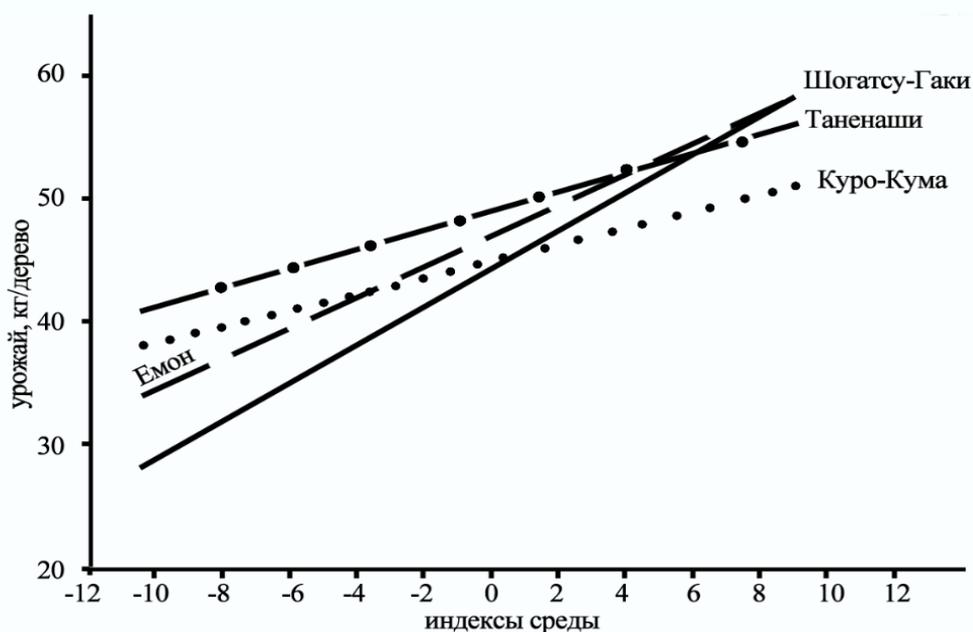
Таблица 4. Сбор плодов с деревьев группы урожайных сортов в годы исследований, их экологическая пластичность, 2006-2010 гг.

Сорта	Урожай по годам, кг/дереву						Коэффициенты	
	2006	2007	2008	2009	2010	средний	$b_i$	$S^2_{di}$
‘Tanenashi’	41	43	52	56	48	48,0	0,69	12,7
‘Kuro-Kuma’	38	43	45	51	43	44,0	0,47	7,6
‘Iemon’	34	39	48	56	58	47,2	1,19	13,4
‘Shogatzu-Gaki’	28	37	54	58	56	46,6	1,58	4,7
Индекс условий среды	-11,2	-5,9	3,3	8,9	4,8			

Данные таблицы 4 свидетельствуют о преимуществе сортов ‘Iemon’ и ‘Shogatzu-Gaki’, так как они характеризуются коэффициентом регрессии ( $b_i$ ) немного более 1. Их урожай соответствовал изменениям условиям среды, тогда как первые два сорта (‘Tanenashi’, ‘Kuro-Kuma’) относятся к сортам с низкой экологической пластичностью, они меньше снижают урожай при плохих условиях среды, но плохо откликаются на улучшение внешней среды. Из представленных сортов наименьшим показателем нестабильности плодоношения характеризовался сорт ‘Shogatzu-Gaki’.

Данные исследований показали, что из урожайных сортов наиболее пластичен сорт ‘Shogatzu-Gaki’, с улучшением условий среды он может дать урожай с дерева до 60,7 кг, приближаясь к группе высокоурожайных сортов хурмы.

На рисунке 2 представлена реакция урожайных сортов на изменения условий погоды во влажных субтропиках.



**Рис. 2.** Потенциальный (теоретический) урожай (кг/дереву) группы урожайных сортов при изменении условий выращивания в 2006-2010 гг.

Таким образом, изучение высокоурожайных сортов хурмы восточной во влажных субтропиках показало следующее:

- выделены высокоурожайные сорта, продуктивность которых достигает 51-77 кг/дереву (‘Hiakume’, ‘Nachia’, ‘Fuyu’, ‘Kostata’, ‘XX Century’, ‘Guiboshi’, ‘Djiro’, ‘Seedles’, ‘Gosho-Gaki’);
- установлены урожайные сорта, продуктивность 44-48 кг/дереву (‘Tanenashi’, ‘Kuro-Kuma’, ‘Iemon’, ‘Shogatzu-Gaki’);

- выше представленные сорта отличаются экологической пластичностью к изменениям погодных условий. Интенсивным сортам требуется разработка сортовой агротехники, низкопластичные сорта можно выращивать при менее благоприятных горных условиях.

#### ***Литература:***

1. Драгавцев А.П. Плодовые культуры Китая // Природа. 1959. №12. С. 29-34.
2. Оценка адаптивного потенциала сортов хурмы восточной (*Diospyros kaki*) в условиях Абхазии / Омаров М.Д. [и др.] // [Труды Кубанского государственного аграрного университета](#). 2015. №56. С. 131-139.
3. Омаров М.Д., Рындин А.В. Сортимент хурмы восточной в субтропиках России // Субтропическое и декоративное садоводство: сборник научных трудов. Вып. 42. Сочи: ВНИИЦиСК, 2009. С. 332-342.
4. Омаров М.Д., Беседина Т.Д. Агрэкологические ресурсы влажных субтропиков России для возделывания хурмы восточной // [Труды ботанического института](#): сборник. Сухум, 2017. С. 98-103.
5. Омаров М.Д. Урожай разных сортов хурмы восточной во влажных субтропиках Российской Федерации // Субтропическое и декоративное садоводство: сборник научных трудов. Вып. 65. Сочи: ВНИИЦиСК, 2018. С. 137-141.
6. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Sci. 1966. №6. P. 45.
7. Пакудин В.З. Параметры оценки экологической пластичности сортов и гибридов // Теория отбора в популяциях растений. Новосибирск: Наука, 1976. С. 178-189.
8. Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Методы оценки экологической пластичности сортов сельскохозяйственных культур // Селекция и генетика кукурузы. Краснодар, 1979. С. 113-121.
9. Характеристика гибридов сахарной свеклы по параметрам экологической пластичности и стабильности / Волгин В.В.[и др.] // Сахарная свекла. 2007. №3. С. 2-5.
10. Жученко А.А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI столетии (теория и практика). Т. II. Москва: Агрорус, 2009-2011. 624 с.
11. Кашин В.И. Устойчивость садоводства России: дис. ... д-ра с.-х. наук. Мичуринск, 1995. 102 с.
12. Кашин В.И. Проявление биологического потенциала садовых растений // Биологический потенциал садовых растений и пути его реализации. Москва, 2000. С. 3-14.
13. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орёл, 1999. 608 с.
14. Пасенков А.К. Методические указания по первичному сортоизучению хурмы восточной / Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина; Гос. Никит. ботан. сад. Ялта, 1973. 29 с.

#### ***Literature:***

1. Dragavtsev A.P. Fruit crops of China // Nature. 1959. No. 12. P. 29-34.
2. Assessment of the adaptive potential of Japanese persimmon varieties (*Diospyros kaki*) in the conditions of Abkhazia / Omarov M.D. [et al.] // *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2015. No. 56. P. 131-139.

3. Omarov M.D., Ryndin A.V. Assortment of Japanese Persimmon in the Subtropics of Russia // *Subtropical and Ornamental Horticulture: Collection of Scientific Works. Issue 42.* Sochi: ARSRIFGC, 2009. P. 332-342.
4. Omarov M.D., Besedina T.D. Agroecological resources of humid subtropics of Russia for the cultivation of Japanese persimmon // *Works of botanical Institute: a collection.* Sukhum, 2017. P. 98-103.
5. Omarov M.D. Harvest of different varieties of Japanese persimmon in the humid subtropics of the Russian Federation // *Subtropical and Ornamental Horticulture: a collection of scientific papers. Issue 65.* Sochi: ARSRIFGC, 2018. P. 137-141.
6. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // *Crop Sci.* 1966. No. 6. P. 45.
7. Pakudin V.Z. Parameters for assessing ecological plasticity of varieties and hybrids // *Selection theory in plant populations.* Novosibirsk: Science, 1976. P. 178-189.
8. Pakudin V.Z., Lopatina L.M. Methods for assessing ecological plasticity of crop varieties // *Corn selection and genetics.* Krasnodar 1979. P. 113-121.
9. Characteristics of sugar beet hybrids according to the parameters of environmental plasticity and stability / Volgin V.V. [and others] // *Sugar beet.* 2007. № 3. P. 2-5.
10. Zhuchenko A.A. Adaptive strategy for the sustainable development of agriculture in Russia in the XXI century (theory and practice). V. II. Moscow: Agrorus, 2009-2011. 624 p.
11. Kashin V.I. Sustainability of horticulture in Russia: dis. ... Dr. of Agric. sciences. Michurinsk, 1995. 102 p.
12. Kashin V.I. Manifestation of biological potential of garden plants // *Biological potential of garden plants and how to implement it.* Moscow, 2000. P. 3-14.
13. Program and methods of sorting fruit, berry and nut crops. Orel, 1999. 608 p.
14. Pasenkov A.K. Guidelines for the primary sorting of Japanese persimmon / All-Union. Acad. Of Agr. Sciences named after V.I. Lenin; State Nikit. bot. garden. Yalta, 1973. 29 p.