

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ СОРТОВ СЛИВЫ В УСЛОВИЯХ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-25-29

УДК 634.22:631.524.84/.85

Поступление/Received: 20.02.2019

Принято/Accepted: 10.06.2019

ENVIRONMENTAL PLASTICITY OF VARIOUS PLUM CULTIVARS UNDER THE CONDITIONS OF CHELYABINSK PROVINCE

А. А. ВАСИЛЬЕВ, Ф. М. ГАСЫМОВ

A. A. VASILIEV, F. M. GASIMOV

Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН, 620142 Россия, г. Екатеринбург, ул. Белинского, 112, корп. А; kartofel_chel@mail.ru

Ural Federal Agricultural Research Center, Ural Branch of the RAS, 112, bldg. A, Belinskogo Street, Yekaterinburg 620142, Russia; kartofel_chel@mail.ru

Использование адаптивных сортов плодово-ягодных культур существенно повышает экологическую устойчивость садоводства. В 2014–2018 гг. проведена оценка уральского сортимента сливы по параметрам продуктивности, экологической пластичности и стабильности в условиях Челябинской области. Анализ экологической пластичности и стабильности позволил выделить адаптивные сорта сливы китайской (*Prúnus salicina* L.): 'Алтайская юбилейная' и 'Уральская золотистая'. К пластичным сортам относятся сорта сливы 'Уральская золотистая' (урожайность – 56,2 ц/га; $b_i = 1,10$; $S_i^2 = 25,7$), 'Уральская серебристая' (55,3 ц/га; 1,16; 21,3) и 'Маньчжурская красавица' (55,3 ц/га; 1,21; 33,9), их продуктивность варьирует в соответствии с изменением условий среды. Сортами интенсивного типа с высокой отзывчивостью на улучшение условий выращивания (b_i значительно больше 1) являются сорта сливы 'Увельская' (56,2 ц/га; 1,46; 26,8) и 'Красносельская' (50,4 ц/га; 1,35; 45,7). Сорт 'Жемчужина Урала' (46,5 ц/га; 0,05; 22,8) относится к сортам с низкой пластичностью (близкое к нулю значение b_i), его отличает слабая реакция на изменение условий среды. Сорт сливы 'Алтайская юбилейная' формирует максимальную урожайность (61,6 ц/га) за счет пластичности ($b_i = 0,91$), но имеет низкую стабильность ($S_i^2 = 102,5$), тогда как сорт 'Шершневецкая' обеспечивает достаточно высокую продуктивность (52,3 ц/га) за счет высокой стабильности ($S_i^2 = 32,7$) и средней отзывчивости на изменение условий среды ($b_i = 0,75$).

Ключевые слова: плодовые культуры, слива, сорт, продуктивность, экологическая пластичность, стабильность, адаптивность.

The use of adaptable fruit and berry cultivars significantly increases the environmental sustainability of horticulture. In 2014–2018, the assortment of plum in the Urals was evaluated using the parameters of productivity, environmental plasticity and stability under the conditions of Chelyabinsk Province. The analysis of environmental plasticity and stability helped to identify adaptable cultivars of Chinese plum (*Prúnus salicina* L.): 'Altayskaya yubileynaya' and 'Uralskaya zolotistaya'. Plastic plum cultivars included cv. 'Uralskaya zolotistaya' (yield: 5.62 t/ha; $b_i = 1.10$; $S_i^2 = 25.7$), 'Uralskaya serebristaya' (5.53 t/ha; 1.16; 21.3) and 'Manchzhurskaya krasavitsa' (5.53 t/ha; 1.21; 33.9); their productivity varied in accordance with changes in environmental conditions. Intensive-type cultivars with high responsiveness to the improvement of growing conditions (b_i significantly higher than 1) were cvs. 'Uvelskaya' (5.62 t/ha; 1.46; 26.8) and 'Krasnoselskaya' (5.04 t/ha; 1.35; 45.7). Cv. 'Zhemchuzhina Urala' (4.65 t/ha; 0.05; 22.8) belongs to the cultivars with low plasticity (the b_i value close to zero); it is characterized by a weak response to a change in environmental conditions. Cv. 'Altayskaya yubileynaya' produces the highest yield (6.16 t/ha) due to its plasticity ($b_i = 0.91$), but has low stability ($S_i^2 = 102.5$), while cv. 'Shershnevskaya' secures rather high productivity (5.23 tons per hectare) due to high stability ($S_i^2 = 32.7$) and medium responsiveness to changes in environmental conditions ($b_i = 0.75$).

Key words: fruit crops, plum, cultivar, productivity, environmental plasticity, stability, adaptability.

Важнейшим условием эффективного садоводства является использование адаптивного потенциала плодово-ягодных культур и сортов (Zhuchenko, 1980). В условиях континентального климата, по мнению Н. И. Вавилова (Vavilov, 1935), преимущество имеют пластичные сорта, обладающие способностью приспосабливаться к различным экологическим условиям. Высокая урожайность сорта при этом достигается за счет сочетания в его генотипе высокой продуктивности и устойчивости к неблагоприятным экологическим факторам (Dergacheva, 2012). Роль пластичности сорта возрастает в условиях широкой вариации биогенных и абиогенных стресс-факторов Южного Урала (Zaremuk, 2015). Следовательно, экологическая устойчивость садоводства в этом регионе может существенно возрасти за счет подбора наиболее пластичных сортов по каждой культуре (Pakudin, Lopatina, 1984).

Экологическая пластичность, характеризующаяся как отзывчивость генотипа на изменение условий выращивания, по косточковым культурам изучена недостаточно. На Южном Урале слива китайская (*Prúnus salicina* L.) относится к числу наиболее адаптивных плодовых культур, отличающихся повышенной зимостойкостью, засухоустойчивостью, скороплодностью, высокой продуктивностью и стабильностью плодоношения (Gasymov, 2011). Однако не все сорта этой культуры характеризуются комплексом хозяйственно ценных признаков и обладают экологической пластичностью (Zaremuk, Bogatyreva, 2012).

Целью наших исследований была оценка уральского сортирента сливы по продуктивности, экологической пластичности и стабильности в условиях Южного Урала.

Материал и методы исследования

Исследования были проведены в 2014–2018 гг. на опыт-

ных полях Южно-Уральского научно-исследовательского института садоводства и картофелеводства – филиала ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН» в рамках выполнения государственного задания по пункту 150 (Фундаментальные основы управления селекционным процессом создания новых генотипов растений с высокими хозяйственно ценными признаками продуктивности, устойчивости к био- и абиострессорам) по теме № 0773-2019-0022 «Разработка и совершенствование методов селекционной работы, создание исходного материала и адаптивных сортов зерновых, зернобобовых, кормовых, плодово-ягодных, декоративных культур и картофеля». Объектом исследования служили основные сорта сливы китайской (*Prúnus salicina*), возделываемые на Урале и имеющие различное эколого-географическое происхождение. При проведении исследований руководствовались классическими методиками (Sedov et al., 1995; Sedov, Ogoltsova, 1999). Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа (Dospikhov, 1985). Параметры экологической пластичности сортов сливы определяли по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell в изложении В. А. Зыкина (Zykin, Meshkova, Sapaga, 1984). Метод основан на расчете линейной регрессии (b_1), характеризующей экологическую пластичность сорта, и среднего квадратичного отклонения от линий регрессии (S_e^2), определяющего стабильность сорта в условиях среды. Расчет коэффициента адаптивности производился по методу Л. А. Животкова (Zhivotkov et al., 1994), сравнивая конкретную урожайность каждого из испытываемых сортов со средней урожайностью изучаемой культуры по каждому году.

Погодные условия за период исследований были различными, основные их характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1. Метеорологические условия периода исследований

Table 1. Meteorological conditions during the research period

Показатель	Период	Годы наблюдений					Много-летняя
		2014	2015	2016	2017	2018	
Температура воздуха, °С	Январь	-14,1	-12,5	-17,1	-13,0	-17,3	-15,8
	Февраль	-15,5	-8,5	-6,5	-12,9	-13,0	-14,3
	Март	-1,5	-1,7	-4,0	-4,2	-8,5	-7,4
	Апрель	2,9	5,1	7,9	5,3	3,1	3,9
	Май	15,2	13,0	13,4	11,4	10,7	11,9
	Июнь	18,1	20,6	17,4	16,4	15,1	16,8
	Июль	15,2	17,3	20,1	18,9	21,1	18,4
	Август	18,8	14,7	22,5	18,4	16,6	16,2
	Сентябрь	9,4	12,5	11,7	10,5	12,8	10,7
	Октябрь	0,3	1,8	1,4	2,1	5,1	2,4
	Ноябрь	-5,8	-6,8	-8,1	-2,1	-4,6	-6,2
	Декабрь	-8,2	-9,0	-7,2	-15,5	-10,0	-12,9
	Среднее за зиму	-12,9	-10,0	-10,3	-13,8	-13,4	-14,3
	Среднее за лето	17,4	17,5	20,0	17,9	17,6	17,1
Среднее за год	2,8	4,0	3,6	3,4	2,3	2,0	

Показатель	Период	Годы наблюдений					Много-летняя
		2014	2015	2016	2017	2018	
Сумма осадков, мм	Январь	18	16	30	16	4	19
	Февраль	19	5	13	23	17	16
	Март	66	6	6	7	19	18
	Апрель	36	11	43	19	34	23
	Май	23	134	22	40	39	39
	Июнь	56	88	117	56	31	58
	Июль	172	43	60	129	95	82
	Август	27	58	12	62	62	60
	Сентябрь	7	13	58	29	16	36
	Октябрь	88	45	41	36	52	37
	Ноябрь	15	37	42	17	20	26
	Декабрь	21	30	15	15	15	25
	Среднее за зиму	55	43	74	54	36	60
Среднее за лето	255	189	189	247	188	200	
Среднее за год	548	487	457	450	404	439	
ГТК за лето		1,60	1,17	1,02	1,50	1,16	1,21

Результаты исследований

Наиболее суровыми были зимы 2016/17 ($-13,8^{\circ}\text{C}$) и 2017/18 г. ($-13,4^{\circ}\text{C}$), тогда как зима 2014/15 г. была в среднем на $4,3^{\circ}\text{C}$, а зима 2015/16 г. – на $4,0^{\circ}\text{C}$ теплее обычного. Малоснежными оказались зимы 2014/15 и 2017/18 г. (43 и 36 мм), тогда как в зиму 2015/16 г. осадков выпало в 1,23 раза больше нормы. По показателю ГТК (по Селянину) летний период 2014 г. был признан влажным (1,60), 2015, 2016 и 2018 г. – недостаточно влажным (соответственно 1,17; 1,02 и 1,16), а 2017 г. – достаточно влажным (1,50).

Наиболее благоприятные метеорологические условия для выращивания сливы складывались в 2018 г., когда средняя урожайность изученных сортов составила $70,4$ ц/га, а индекс среды (I_i) достигал 16,2 (табл. 2). Погодные условия 2015 г. оцениваются как хорошие ($I_i = 12,2$), а 2016 г. – как удовлетворительные ($I_i = -1,0$); средняя продуктивность сортов при этом составила соответственно $66,4$ и $53,3$ ц/га. Неблагоприятные условия для возделывания сливы отмечались в 2014 и 2017 г., когда индекс среды был отрицательным (соответственно $-12,3$ и $-14,9$), а урожай изученных сортов – минимальным: $41,9$ и $39,3$ ц/га.

Таблица 2. Урожайность и параметры пластичности сортов сливы (*Prúnus salicina* L.), ц/га
Table 2. Productivity and plasticity parameters of Chinese plum cultivars (*Prúnus salicina* L.) in centners (100 kg) per hectare

Сорт	Урожайность, ц/га						Параметры	
	2014	2015	2016	2017	2018	Среднее	b_i	S_i^2
Увельская	39,1	67,1	56,1	33,6	85,3	56,2	1,46	26,8
Красносельская	36,9	75,4	44,6	28,6	66,6	50,4	1,35	45,7
Маньчжурская красавица	43,5	75,4	46,2	38,0	73,7	55,3	1,21	33,9
Уральская серебристая	42,9	65,5	50,1	39,1	79,2	55,3	1,16	21,3
Уральская золотистая	45,1	64,9	51,2	40,2	79,8	56,2	1,10	25,7
Алтайская юбилейная	44,6	73,7	75,4	45,1	69,3	61,6	0,91	102,5
Шершневецкая, st.	46,2	67,7	45,1	40,7	61,6	52,3	0,75	32,7
Жемчужина Урала	36,9	41,8	57,2	49,0	47,9	46,5	0,05	78,6
Среднее	41,9	66,4	53,2	39,3	70,4	54,2	–	–
НСР ₀₅	2,1	2,3	2,4	2,0	3,2	–	–	–
Индекс I_i	-12,3	12,2	-1,0	-14,9	16,2	–	–	–

Примечание: st. – сорт-стандарт
 Note: st. means the reference cultivar

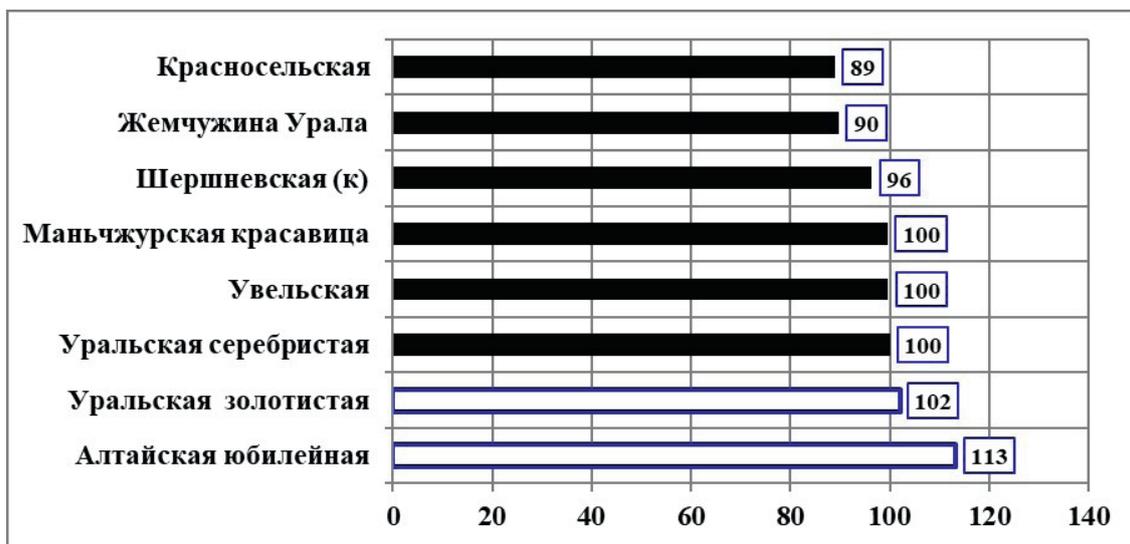


Рисунок. Коэффициент адаптивности сортов сливы китайской (*Prunus salicina* L.), %
Примечание: к – стандарт

Figure. The adaptability coefficient of Chinese plum cultivars (*Prunus salicina* L.), %
Note: к means the reference cultivar

Выводы

1. На Южном Урале к пластичным сортам сливы китайской (*Prunus salicina*), продуктивность которых варьирует в соответствии с изменением условий среды, отличающихся достаточно высокой урожайностью, коэффициентом регрессии близким к 1 и стабильностью близкой к 0, относятся сорта 'Уральская золотистая' (56,2 ц/га; $b_i = 1,10$; $S_i^2 = 25,7$), 'Уральская серебристая' (55,3 ц/га; $b_i = 1,16$; $S_i^2 = 21,3$) и 'Маньчжурская красавица' (55,3 ц/га; $b_i = 1,21$; $S_i^2 = 33,9$).

2. К сортам интенсивного типа, характеризующимся достаточно высоким урожаем и отзывчивостью на улучшение условий выращивания (b_i значительно больше 1), относятся сорта сливы: 'Увельская' (56,2 ц/га; $b_i = 1,46$; $S_i^2 = 26,8$) и 'Красносельская' (50,4 ц/га; $b_i = 1,35$; $S_i^2 = 45,7$).

3. К сортам с низкой пластичностью (близкое к нулю значение b_i), слабо реагирующим на изменение среды, относится сорт сливы 'Жемчужина Урала' (46,5 ц/га; $b_i = 0,05$; $S_i^2 = 22,8$).

4. Сорт сливы 'Алтайская юбилейная' формирует на Южном Урале наибольшую урожайность (61,6 ц/га) за счет пластичности ($b_i = 0,91$), но имеет низкую стабильность ($S_i^2 = 102,5$). Тогда как сорт 'Шершневская' обеспечивает достаточно высокую продуктивность (52,3 ц/га) за счет повышенной стабильности ($S_i^2 = 32,7$) и средней отзывчивости на изменение условий среды ($b_i = 0,75$).

5. В условиях Южного Урала наибольшей адаптивностью отличаются сорта сливы китайской 'Алтайская юбилейная' (113%) и 'Уральская золотистая' (102%).

6. Для возделывания на Южном Урале пригодны все изученные сорта сливы китайской: 'Алтайская юбилейная', 'Уральская золотистая', 'Увельская', 'Уральская серебристая', 'Маньчжурская красавица', 'Шершневская', 'Красносельская' и 'Жемчужина Урала'.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме № 0773-2019-0022 «Разработка и совершенствование методов селекционной работы, создание исходного материала и адаптивных сортов зерновых, зернобобовых, кормовых, плодово-ягодных, декоративных культур и картофеля».

References/Литература

- Dergacheva N.V. Evaluation of plasticity in potato varieties under the conditions of the forest-steppe zone of Western Siberia (Otsenka plastichnosti sortov kartofelya v usloviyakh lesostepnoy zony Zapadnoy Sibiri). *Seleksiya, semenovodstvo i tekhnologiya plodovo-yagodnykh kultur i kartofelya = Breeding, Seed Production and Technology of Fruit and Berry Crops and Potatoes*. 2012;XIV:141-146. [in Russian] [Дергачева Н.В. Оценка пластичности сортов картофеля в условиях лесостепной зоны Западной Сибири. *Селекция, семеноводство и технология плодово-ягодных культур и картофеля*. 2012;XIV:141-146).
- Dospekhov B.A. Methodology of field trial (Metodika polevogo opyta). Moscow: Agropromizdat; 1985. [in Russian] [Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат; 1985].
- Gasymov F.M. Results of plum breeding in the South Ural Research Institute of Fruit, Vegetable and Potato Production (Rezultaty rabot po seleksii slivy v Yuzhno-Uralskom NIIPOK). *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology in the Agroindustrial Complex*. 2011;5:44-46. [in Russian] [Гасымов Ф.М. Результаты работ по селекции сливы в Южно-Уральском НИИПОК *Достижения науки и техники АПК*. 2011;5:44-46).
- Loginov Yu.P., Kazak A.A. Ecological plasticity under the conditions of Tyumen Province (Ekologicheskaya plastichnost v usloviyakh Tyumenskoj oblasti). *Bulletin*

- of Kemerovo State University. 2015;1(61):24-28. [in Russian] (Логинов Ю.П., Казак А.А. Экологическая пластичность в условиях Тюменской области. *Вестник Кемеровского государственного университета*. 2015;1(61):24-28).
- Pakudin V.Z. Parameters for assessing the ecological plasticity of varieties and hybrids (Parametry otsenki ekologicheskoy plastichnosti sortov i gibridov). In: Khotyleva L.V., Niioro Z.S., Dragavtsev V.A. (eds). *Selection theory in plant populations (Teoriya otbora v populyatsiyakh rasteniy)*. Novosibirsk: Nauka; 1976. p.178-189. [in Russian] (Пакудин В.З. Параметры оценки экологической пластичности сортов и гибридов. В кн.: *Теория отбора в популяции растений* / под ред. Хотылевой Л.В., Ниоро З.С., Драгавцева В.А. Новосибирск: Наука; 1976. С.178-189).
- Pakudin V.Z., Lopatina L.M. Assessment of plasticity and stability of crop varieties (Otsenka plastichnosti i stabilnosti sortov selskokhozyaystvennykh kultur). *Agricultural Biology*. 1984;4:109-113. [in Russian] (Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Оценка пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур. *Сельскохозяйственная биология*. 1984;4:109-113).
- Sedov E.N., Kalinina N.P., Smykov V.K. (eds). Programme and methodology for breeding fruit, berry and nut crops (Programma i metodika selektsii plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur). Orel: VNIISPK; 1995. [in Russian] (Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Седова Е.Н., Калининой Н.П., Смыкова В.К. Орел: ВНИИСПК; 1995).
- Sedov E.N., Ogoltsova T.P. (eds). Programme and methodology for researching fruit, berry and nut crop cultivars (Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur). Orel: VNIISPK; 1999. [in Russian] (Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Седова Е.Н., Огольцовой Т.П. Орел; 1999).
- Vavilov N.I. Scientific bases of wheat breeding (Nauchnye osnovy selektsii pshenitsy). Moscow; Leningrad: Selkhozgiz; 1935. [in Russian] (Вавилов Н.И. Научные основы селекции пшеницы. М.; Л: Сельхозгиз; 1935).
- Zaremuk R.Sh. Productivity and ecological plasticity of plums (*Prunus domestica*) in unstable environmental conditions (Produktivnost i ekologicheskaya plastichnost slivy (*Prunus domestica*) v nestabilnykh usloviyakh sredy). *Agricultural Biology*. 2015;50(1):85-91. [in Russian] (Заремук Р.Ш. Продуктивность и экологическая пластичность сливы (*Prunus domestica*) в нестабильных условиях среды. *Сельскохозяйственная биология*. 2015;50(1):85-91).
- Zaremuk R.Sh., Bogatyreva S.V. Creating adaptive and productive varieties of *Prunus domestica* in the south of Russia (Sozdaniye adaptivnykh i produktivnykh sortov slivy domashney na yuge Rossii). *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology in the Agroindustrial Complex*. 2012;5:18-20. [in Russian] (Заремук Р.Ш., Богатырева С.В. Создание адаптивных и продуктивных сортов сливы домашней на юге России. *Достижения науки и техники АПК*. 2012;5:18-20).
- Zhivotkov L.A., Morozova Z.N., Sekatueva L.I. Methods of identifying potential productivity and adaptability of varieties and breeding forms of winter wheat in terms of 'yield' (Metodika vyyavleniya potentsialnoy produktivnosti i adaptivnosti sortov i selektsionnykh form ozimoy pshenitsy po pokazatelyu "urozhaynosti"). *Selektsiya i semenovodstvo = Plant Breeding and Seed Production*. 1994;2:3-6. [in Russian] (Животков Л.А., Морозова З.Н., Секатуева Л.И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайности». *Селекция и семеноводство*. 1994;1:3-6).
- Zhuchenko A.A. Ecological genetics of cultivated plants (Ekologicheskaya genetika kulturnykh rasteniy). Kishinev; 1980. [in Russian] (Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений. Кишинев; 1980).
- Zykin V.A., Meshkova V.V., Sapaga V.A. Parameters of ecological plasticity of agricultural plants, their calculation and analysis: methodological recommendations (Parametry ekologicheskoy plastichnosti selskokhozyaystvennykh rasteniy, ikh raschet i analiz: metodicheskiye rekomendatsii). Novosibirsk; 1984. [in Russian] (Зыкин В.А., Мешкова В.В., Сапега В.А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: методические рекомендации. Новосибирск; 1984).

Прозрачность финансовой деятельности/The transparency of financial activities

Авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования/How to cite this article

Васильев А.А., Гасымов Ф.М. Экологическая пластичность сортов сливы в условиях Челябинской области. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции 2019;180(2):25-29. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-25-29

Vasiliev A.A., Gasymov F.M. Environmental plasticity of various plum cultivars under the conditions of Chelyabinsk Province. Proceedings on applied botany, genetics and breeding 2019;180(2):25-29. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-25-29

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы/The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Дополнительная информация/Additional information

Полные данные этой статьи доступны/Extended data is available for this paper at <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-2-25-29>

Мнение журнала нейтрально к изложенным материалам, авторам и их месту работы/The journal's opinion is neutral to the presented materials, the author, and his or her employer

Все авторы одобрили рукопись/All authors approved the manuscript

Конфликт интересов отсутствует/No conflict of interest