



Растениеводство Crop production

DOI 10.22363/2312-797X-2021-16-1-30-41
УДК 631.95

Научная статья / Research article

Адаптивность сортов перца сладкого при возделывании в почвенно-климатических условиях Астраханской области

Е.Г. Мягкова

Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук,
Астраханская область, Российская Федерация
govsan29@mail.ru

Аннотация. В сельскохозяйственном производстве важно не только добиться высокого показателя урожайности, но и обеспечить стабильность ее проявления. Для получения высокой и стабильной урожайности необходимо обладать информацией о степени адаптивности сортов и гибридов сельскохозяйственных культур к конкретной зоне возделывания. Проанализированы результаты полевого опыта по сортоиспытанию перца сладкого. Оценка сорта на адаптивность к природным условиям и технологии возделывания в Астраханской области проведена по параметрам пластичности и стабильности сорта. Экологическую пластичность определяли с помощью коэффициента регрессии b_r , характеризующего реакцию сорта на изменение условий возделывания. Для характеристики параметра стабильности рассчитано среднее квадратичное отклонение от линии регрессии $\sigma^2 d$. Все расчеты велись по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell в изложении В.З. Пакудина.

Ключевые слова: адаптивность, экологическая пластичность, стабильность, перец сладкий, Астраханская область, урожайность

Заявление о конфликте интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

История статьи:

Поступила в редакцию: 10 сентября 2020 г. Принята к публикации: 20 ноября 2020 г.

Для цитирования:

Мягкова Е.Г. Адаптивность сортов перца сладкого при возделывании в почвенно-климатических условиях Астраханской области // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2021. Т. 16. № 1. С. 30—41. doi: 10.22363/2312-797X-2021-16-1-30-41

© Мягкова Е.Г., 2021



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/1>

Adaptivity of sweet pepper varieties cultivated in the Astrakhan region

Elena G. Myagkova

Precaspian agrarian federal scientific center of the Russian academy of sciences,
Astrakhan region, Russian Federation
govsan29@mail.ru

Abstract. In agricultural production, it is important not only to achieve a high productivity, but also to ensure its stability. To obtain high and stable yields, it is necessary to have information on the adaptability of crops varieties and hybrids to a specific cultivation zone. The article analyzes the results of the field experiment on the variety testing of sweet pepper. To assess the variety for adaptability to natural conditions and cultivation technology in the Astrakhan region, such parameters as plasticity and stability of the variety were used. To characterize the ecological plasticity, the regression coefficient b_i was determined, which characterizes response of the cultivar to changes in cultivation conditions. To characterize the parameter of stability, the standard deviation from the regression line $\sigma^2 d_i$ was calculated. All calculations were carried out according to S.A. Eberhart, W.A. Russell as presented by V.Z. Pakudin.

Keywords: adaptability, ecological plasticity, stability, sweet pepper, Astrakhan region, yield

Conflicts of interest. The authors declared that they have no conflict of interest.

Article history:

Received: 10 September 2020. Accepted: 20 November 2020

For citation:

Myagkova EG. Adaptivity of sweet pepper varieties cultivated in the Astrakhan region. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2021; 16(1):30—41. (In Russian). doi: 10.22363/2312-797X-2021-16-1-30-41

Введение

Первостепенной задачей «народной селекции» являлось создание сортов, устойчивых к неблагоприятным факторам конкретного района возделывания, а получение рекордных урожаев имело второстепенное значение. Современными исследователями «под адаптивной селекцией сельскохозяйственных растений подразумевается выведение сортов культурных растений, обладающих высоким адаптивным потенциалом» [1]. По мнению А.А. Жученко «с адаптивностью сельскохозяйственных растений, т.е. их устойчивостью, способностью противостоять действию повреждающих факторов среды, неразрывно связано повышение их продуктивности» [1—3].

Неоднократно многими авторами трактовалось понятие «адаптивность» и изучалось, являются ли термины «адаптивность», «стабильность» и «экологическая пластичность» противоположными по смыслу, или характеризуют одинаковые параметры [4—7]. Л.П. Байкалова считает, что «термины «адаптивность», «экологическая пластичность», «экологическая устойчивость» могут заменять, а чаще дополнять друг друга» [8].

При исследовании свойства адаптивности растений к условиям возделывания возможно использование таких параметров, как экологическая пластичность и стабильность сорта.

Для использования этих характеристик на практике применяются различные методики расчета, разработанные: Р.А. Удачным [9], В.З. Пакудиным [5], методика, В.А. Зыкиным [10] и др., но чаще всего используется методика S.A. Eberhart, W.A. Russell. При использовании последней пластичность сорта описывает коэффициент линейной регрессии b_p , а стабильность — среднее квадратичное отклонение σ_d^2 .

Актуальность. Астраханская область — один из основных поставщиков овощебахчевой продукции на рынки РФ. Природно-климатические особенности региона позволяют возделывать многие сельскохозяйственные культуры, но одновременно с этим являются экстремальными для растениеводства. К особенностям агроэкологической ситуации Астраханской области относится неустойчивое проявление климатических факторов по годам. При выращивании растений в жестких природных условиях данного региона очень важно иметь набор сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, адаптированных к конкретному месту возделывания, располагать информацией об ответной реакции сортов и гибридов на изменение условий произрастания [11—13]. Одной из наиболее ценных по витаминному составу овощных культур является культура перца сладкого. В настоящий момент существует проблема определения сортов перца сладкого, обладающих устойчивостью к природным условиям Астраханской области.

Цель исследования — определение пластичности и стабильности сортов перца сладкого при возделывании в условиях Астраханской области.

Материалы и методы исследования

В качестве исходного материала для исследования взяты десять сортов перца сладкого селекции компании «СеДеК», среди них стандартом послужил хорошо зарекомендовавший себя на территории Астраханской области сорт Подарок Молдовы. Опыт заложен в соответствии с методикой опытного дела Б.А. Доспехова [14].

По методике S.A. Eberhart, W.A. Russell в изложении В.З. Пакудина через параметр «урожайность» определили пластичность и стабильность сортов [10].

Площадь питания одного растения рассчитана по формуле

$$S = (M + m(n - 1)) / n \cdot L, \quad (1)$$

где M — расстояние между лентами, м; m — расстояние между строчками, м; n — количество строк, шт; L — расстояние между растениями в ряду, м.

Для определения средней урожайности по опыту использована формула

$$Y_{cp} = \Sigma \Sigma Y_{ij} / v \cdot n, \quad (2)$$

где $\Sigma \Sigma Y_{ij}$ — сумма урожайности перца сладкого по сортам и годам изучения; v — количество сортов в опыте; n — количество лет ведения опыта.

Условия конкретного года, выраженные через индекс, определены по формуле

$$I_j = (\Sigma Y_j / v) - (\Sigma \Sigma Y_{ij} / v \cdot n), \quad (3)$$

где ΣY_j — сумма урожайности всех сортов за j -й год.

Коэффициент экологической пластичности, выраженный через коэффициент регрессии b_i , вычислили для каждого сорта по формуле

$$b_i = \Sigma Y_{ij} \cdot I_j / \Sigma (I_j)^2, \quad (4)$$

где $\Sigma Y_{ij} \cdot I_j$ — сумма произведения урожайности i -го сорта в j -м году на индекс условий среды j -го года; $\Sigma (I_j)^2$ — сумма квадратов индексов условий среды.

Теоретическую урожайность определяли по формуле

$$Y_{ij} = Y_i + b_i I_j, \quad (5)$$

где Y_i — урожайность i -го сорта в среднем за три года изучения; $b_i I_j$ — произведение коэффициента регрессии i -го сорта на индекс условий среды конкретного года.

Разница или отклонения фактической полученной урожайности от рассчитанной теоретической получены в результате применения формулы

$$\sigma_{ij} = Y_{ij \text{ факт}} - Y_{ij \text{ теор}}, \quad (6)$$

где $Y_{ij \text{ факт}}$ — фактическая урожайность i -го сорта в j -м году; $Y_{ij \text{ теор}}$ — теоретическая урожайность i -го сорта в j -м году.

Стабильность сортов перца сладкого, или среднее квадратичное отклонение, вычислено по формуле

$$\sigma_d^2 = \Sigma \sigma_{ij}^2 / n - 2, \quad (7)$$

где $\Sigma \sigma_{ij}^2$ — сумма квадратов отклонений фактической урожайности от теоретической.

Для оценки экологической пластичности и стабильности, а также выяснения пригодности сортов перца сладкого к условиям Астраханской области на орошаемом участке ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» в 2017—2019 гг. был заложен полевой опыт.

Почва опытного участка являлась малогумусной — 0,72 %, содержание калия составило 342 мг/кг, содержание фосфора — 47,5 мг/кг, реакция рН — 7,2. По гранулометрическому составу почва определена как «тяжелосуглинистая иловато-крупнопылеватая».

Опыт по сортоиспытанию перца сладкого был заложен в 3-кратной повторности. Площадь учетной делянки составляла 12,2 м². Делянки были размещены рендомизированным методом. Сравнения сортов проводились со средним значением сорта-стандарта.

Полив перца сладкого осуществлялся посредством капельного орошения, способ внесения минеральных удобрений — фертигация.

Способ посева — рассадой в открытый грунт ленточным способом, при котором две строчки располагаются по двум сторонам капельной ленты, расстояние между строчками составляло 0,3 м, между растениями в строчке — 0,4 м. Расстояние между лентами — 1,4 м. Густота стояния растений перца — 35714 шт. растений/га.

Температурные показатели в период вегетации перца сладкого сложились следующим образом: самым обеспеченным теплом в 2017 г. был июль, сумма активных температур выше 10 °С составила 817,1 °С, в 2018 г. также в июле накопилось максимальное количество активных температур — 834,5 °С, в 2019 г. самым жарким оказался июнь с показателем 805,4 °С.

Экстремальные температуры воздуха за вегетацию овощных культур колебались от минимальной 2,9 °С до максимальной 40,5 °С в 2017 г., от 11,8 до 32,8 °С в 2018 г. и от 15,4 до 31,9 °С в 2019 г., что характеризует погодные условия как неблагоприятные. Показатель ГТК Селянинова характеризует вегетационный период 2017 г. с мая по август включительно как сильную засуху (ГТК = 0,5). В вегетационный период 2018 и 2019 гг. отмечена очень сильная засуха при ГТК, равном 0,2 и 0,3, соответственно.

Агротехника возделывания перца сладкого — стандартно рекомендуемая для зоны Нижнего Поволжья, борьба с вредителями и болезнями пасленовых культур осуществлялась на протяжении всего периода вегетации.

Результаты исследования и обсуждение

На первом этапе по результатам дисперсионного анализа устанавливались наличие или отсутствие связи сорт — условия среды (табл. 1).

Таблица 1

Результаты дисперсионного анализа

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F _{крит}
Между группами	673,09	9	74,79	4,56	0,002	2,39
Внутри групп	327,73	20	16,39			
Итого	1000,83	29				

Table 1

ANOVA results

Source	SS	df	MS	F	P value	F _{critical}
Between groups	673.09	9	74.79	4.56	0.002	2.39
Within groups	327.73	20	16.39			
Total	1000.83	29				

Так как $F \geq F_{крит}$, то нулевая гипотеза отвергается, т.е. рассматриваемый фактор (в данном случае — условия среды или условия года) оказывает существенное влияние на исследуемый признак (в данном случае — урожайность). В понятие «условия среды или условия года» в основном входят сложившиеся метеорологические условия, так как технология возделывания во все годы изучения была одинаковой. Оценка влияния метеорологических условий года важна для регионов с континентальным климатом, к которым относится Астраханская область.

По результатам дисперсионного анализа рассчитана НСР (наименьшая существенная разность), составившая 6,941.

Урожайность в среднем за 2017—2019 гг. сортов перца сладкого приведены в табл. 2.

Таблица 2

Средняя урожайность перца сладкого по сортам в период 2017–2019 гг.

Сорт	Урожайность, т/га				
	2017	2018	2019	ΣY_i	Средняя Y_i
St, Подарок Молдовы	42,8	49,3	37,7	129,8	43,3
Белозерка	46	50,2	44,9	141,1	47,0
Богатырь	52,9	50,5	54,3	157,7	52,6
Витязь	42,5	39,9	46,4	128,8	42,9
Кореновский	56,3	48,7	54,3	159,3	53,1
Лолита	54,1	47,4	53,6	155,1	51,7
Зорька	40,5	49,6	44,7	134,8	44,9
Галатея	38,1	36,8	45,2	120,1	40,0
Дар Каспия	52,3	50,4	57,7	160,4	53,5
Титан	49,3	40,3	42	131,6	43,9
ΣY_i	474,8	463,1	480,8		
Средняя Y_i	47,48	46,31	48,08		

Table 2

Sweet pepper productivity in 2017–2019

Cultivar	Yield, t/ha				
	2017	2018	2019	ΣY_i	Average Y_i
Podarok Moldovy (control)	42.8	49.3	37.7	129.8	43.3
Belozerka	46	50.2	44.9	141.1	47.0
Bogatyr	52.9	50.5	54.3	157.7	52.6
Vityaz	42.5	39.9	46.4	128.8	42.9
Korenovsky	56.3	48.7	54.3	159.3	53.1
Lolita	54.1	47.4	53.6	155.1	51.7
Zorka	40.5	49.6	44.7	134.8	44.9
Galatea	38.1	36.8	45.2	120.1	40.0
Dar Kaspiya	52.3	50.4	57.7	160.4	53.5
Titan	49.3	40.3	42	131.6	43.9
ΣY_i	474.8	463.1	480.8		
Average Y_i	47.48	46.31	48.08		

Средняя урожайность по опыту равна 47,3 т/га.

Индекс условий среды отражает реакцию сорта на условия возделывания в конкретном году. По результатам вычислений было получено, что индекс условий среды в 2017 г. — 0,19; в 2018 г. — -0,98; в 2019 г. — 0,79. Можно сказать, что в

2017 и 2019 гг. сложились благоприятные условия для вегетации перца сладкого, в 2018 г. — неблагоприятные. Необходимо отметить, что $\sum I_j = 0$. Это значение используется в качестве контроля правильности расчетов.

В табл. 3 приведены результаты вычислений коэффициентов экологической пластичности, выраженных через коэффициент регрессии b_i .

Таблица 3

Коэффициенты линейной регрессии урожайности сортов перца сладкого

Сорт	b_i
St, Подарок Молдовы	-6,417
Белозерка	-3,076
Богатырь	2,1338
Витязь	3,4734
Кореновский	3,6209
Лолита	3,8078
Зорька	-3,456
Галатея	4,2472
Дар Каспия	3,7813
Титан	1,8839

Table 3

Coefficients of linear regression for sweet pepper productivity

Cultivar	b_i
Podarok Moldovy (control)	-6.417
Belozerka	-3.076
Bogatyr	2.1338
Vityaz	3.4734
Korenovsky	3.6209
Lolita	3.8078
Zorka	-3.456
Galatea	4.2472
Dar Kaspiya	3.7813
Titanium	1.8839

Коэффициенты регрессии с большими величинами определяют большую отзывчивость сорта или реакцию сорта на условия среды возделывания. Числовое выражение коэффициента показывает, на какую величину изменится урожайность сорта при изменении факторного признака (в данном случае — изменение условий возделывания).

Из всех изучаемых сортов самыми отзывчивыми оказались сорта Галатея ($b_i = 4,25$), Лолита ($b_i = 3,81$), Дар Каспия ($b_i = 3,78$), Кореновский ($b_i = 3,62$), и Витязь ($b_i = 3,47$). Это означает, что перечисленные сорта способны сформировать максимальный урожай только при интенсивном способе возделывания или при

высоком уровне агротехники. Сорт-стандарт Подарок Молдовы ($b_i = -6,42$) и сорта Зорька ($b_i = -3,45$), Белозерка ($b_i = -3,08$) не имеют отклика на изменение условий среды, их использование целесообразно при малозатратных способах возделывания с низким уровнем технологической оснащенности.

Для каждого сорта определяется стабильность, т.е. отклонения полученных в изучении данных по урожайности в каждом конкретном году от средней величины урожайности сортов перца сладкого за три года. Для этого была рассчитана теоретическая урожайность (табл. 4).

Таблица 4

Теоретическая урожайность сортов перца сладкого, т/га

Сорт	Средняя Y_{ij}
St, Подарок Молдовы	43,27
Белозерка	47,03
Богатырь	52,57
Витязь	42,93
Кореновский	53,10
Лолита	51,70
Зорька	44,93
Галатея	40,03
Дар Каспия	53,47
Титан	43,87

Table 4

Theoretical yield of sweet pepper cultivars, t/ha

Cultivar	Average Y_{ij}
Podarok Moldovy (control)	43.27
Belozerka	47.03
Bogatyr	52.57
Vityaz	42.93
Korenovsky	53.10
Lolita	51.70
Zorka	44.93
Galatea	40.03
Dar Kaspiya	53.47
Titanium	43.87

В табл. 5 приведены значения разницы или отклонений фактической полученной урожайности от рассчитанной теоретической, суммы квадратов отклонений фактической урожайности от теоретической $\sum \sigma_{ij}^2$ и стабильности сортов перца сладкого, или среднего квадратичного отклонения σ_d^2 .

Таблица 5

Отклонения фактической урожайности от теоретической, т/га, по годам и стабильность сортов перца сладкого

Сорта	2017	2018	2019	Стабильность	
				$\sum \sigma_{ij}^2$	σ_a^2
St, Подарок Молдовы	0,75	-0,26	-0,50	0,88	0,88
Белозерка	-0,45	0,15	0,30	0,31	0,31
Богатырь	-0,07	0,02	0,05	0,01	0,01
Витязь	-1,09	0,37	0,72	1,85	1,85
Кореновский	2,51	-0,85	-1,66	9,79	9,79
Лолита	1,68	-0,57	-1,11	4,36	4,36
Зорька	-3,78	1,28	2,50	22,14	22,14
Галатея	-2,74	0,93	1,81	11,65	11,65
Дар Каспия	-1,89	0,64	1,25	5,51	5,51
Титан	5,08	-1,72	-3,35	39,98	39,98

Table 5

Deviations of actual yield from theoretical, t/ha, and stability of sweet pepper cultivars

Cultivar	2017	2018	2019	Stability	
				$\sum \sigma_{ij}^2$	σ_a^2
Podarok Moldovy (control)	0.75	-0.26	-0.50	0.88	0.88
Belozerka	-0.45	0.15	0.30	0.31	0.31
Bogatyr	-0.07	0.02	0.05	0.01	0.01
Vityaz	-1.09	0.37	0.72	1.85	1.85
Korenovsky	2.51	-0.85	-1.66	9.79	9.79
Lolita	1.68	-0.57	-1.11	4.36	4.36
Zorka	-3.78	1.28	2.50	22.14	22.14
Galatea	-2.74	0.93	1.81	11.65	11.65
Dar Kaspiya	-1.89	0.64	1.25	5.51	5.51
Titanium	5.08	-1.72	-3.35	39.98	39.98

Коэффициент стабильности характеризуется следующим образом: меньшие значения среднего квадратичного отклонения фактически полученной урожайности от теоретически ожидаемой, говорят о том, что сорт более стабилен по сравнению с сортами, имеющими большее значение среднего квадратичного отклонения. В данном случае самыми стабильными оказались сорта Богатырь с коэффициентом стабильности 0,01, Белозерка — 0,31 и сорт-стандарт Подарок Молдовы — 0,88. Наименьшей стабильностью обладают сорта Титан с коэффициентом стабильности 39,98, Зорька — 22,14, Галатея — 11,65 и Кореновский — 9,79.

Для наглядности сведем параметры адаптивности сортов перца сладкого в табл. 6.

Параметры адаптивности сортов перца сладкого в 2017–2019 гг.

Сорт	b_i	σ_d^2
St, Подарок Молдовы	-6,417	0,88
Белозерка	-3,076	0,31
Богатырь	2,1338	0,01
Витязь	3,4734	1,85
Кореновский	3,6209	9,79
Лолита	3,8078	4,36
Зорька	-3,456	22,14
Галатея	4,2472	11,65
Дар Каспия	3,7813	5,51
Титан	1,8839	39,98

Table 6

Adaptability parameters of sweet pepper cultivars, 2017–2019

Cultivar	b_i	σ_d^2
Podarok Moldovy (control)	-6.417	0.88
Belozerka	-3.076	0.31
Bogatyr	2.1338	0.01
Vityaz	3.4734	1.85
Korenovsky	3.6209	9.79
Lolita	3.8078	4.36
Zorka	-3.456	22.14
Galatea	4.2472	11.65
Dar Kaspiya	3.7813	5.51
Titanium	1.8839	39.98

Наибольшую ценность представляют высокоинтенсивные сорта, у которых b_i больше 1, а σ_d^2 стремится к 0. Из табл. 6 видно, что этим характеристикам соответствуют сорта Богатырь и Витязь. Сорт Богатырь не самый пластичный из всех изученных ($b_i = 2,13$), но при этом он обладает самой высокой стабильностью — 0,01. Сорт Витязь более пластичен по сравнению с сортом Богатырь ($b_i = 3,47$), однако менее стабилен — 1,85.

Сорт-стандарт Подарок Молдовы, Белозерка и Зорька ($b_i = -6,42; -3,08; -3,46$) продемонстрировали наихудшую пластичность. Однако сорта Подарок Молдовы и Белозерка характеризуются стабильностью с коэффициентом 0,88 и 0,31 соответственно. Самыми пластичными оказались сорта Галатея ($b_i = 4,25$), Лолита ($b_i = 3,81$), Дар Каспия ($b_i = 3,78$) и Кореновский ($b_i = 3,62$).

Заключение

При возделывании перца сладкого по высокоинтенсивным технологиям могут быть рекомендованы сорта Галатея, Лолита, Дар Каспия и Кореновский как

наиболее пластичные из изученных с возможностью дать максимальный урожай при улучшении условий возделывания. Стабильностью отличились сорт-стандарт Подарок Молдовы, Белозерка и Зорька. Эти сорта целесообразно использовать в экстенсивных агротехнологиях, даже при низком агрофоне они имеют потенциальную урожайность.

Сорта перца сладкого Богатырь и Витязь в большей или меньшей степени обладают и экологической пластичностью, и стабильностью плодоношения, т.е. являются адаптированными к почвенно-климатическим условиям Астраханской области.

Библиографический список

1. Жученко А.А. Роль адаптивной системы селекции в растениеводстве XXI века // Коммерческие сорта полевых культур Российской Федерации. М. : ИКАР, 2003. С. 10—15.
2. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). Т. 1. М.: РУДН, 2001. 783 с.
3. Жученко А.А. Эколого-генетические основы адаптивной системы селекции растений // Селекция и семеноводство. 1989. № 4. С. 5—16.
4. Моисеева М.О. Связь между урожайностью, эффектом гетерозиса и экологической стабильностью гибридов перца сладкого // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 2. С. 65—67.
5. Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. 1984. № 4. С. 109—113.
6. Потанин В.Г., Алейников А.Ф., Стёпочкин П.И. Новый подход к оценке экологической пластичности сортов растений // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18. № 3. С. 548—552.
7. Abu N.E., Uguru M.I., Obi I.U., Baiyeri K.P. Prediction model for fresh fruit yield in aromatic peppers (*Capsicum annum* L.) // African Journal of Agricultural Research. 2015. Vol. 10. No. 30. 2882—2888. doi: 10.5897/AJAR2014.9196
8. Байкалова Л.П., Серебренников Ю.И. Оценка адаптивного потенциала сортов ячменя в Канской лесостепи // Вестник КрасГАУ. 2014. № 10. С. 93—97.
9. Удачин Р.А., Головоченко А.П. Методика оценки экологической пластичности сортов пшеницы // Селекция и семеноводство. 1990. № 5. С. 2—6.
10. Зыкин В.А., Мешков В.В., Санага В.А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ. Новосибирск, 1984. 24 с.
11. Калмыкова Е.В., Петров Н.Ю., Нарушев В.Б., Мяжкова Е.Г. Агротехнология возделывания перца сладкого в зоне светло-каштановых почв Прикаспия при орошении // Аграрный научный журнал. 2017. № 6. С. 15—19.
12. Калмыкова Е.В., Петров Н.Ю., Павленко В.Н. Современные адаптивные технологии возделывания овощных культур в условиях Нижнего Поволжья // Нива Поволжья. 2017. № 4. С. 82—88.
13. Калмыкова Е.В., Петров Н.Ю. Комплексные водорастворимые удобрения в технологии возделывания овощных культур в условиях Нижнего Поволжья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 2. С. 29—31.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

References

1. Zhuchenko AA. Role of adaptive selection system in crop production of the XXI century. In: Semin AS. (ed.) *Kommercheskie sorta polevykh kul'tur Rossiiskoi Federatsii* [Commercial cultivars of field crops in the Russian Federation]. Moscow: IKAR publ.; 2003. p. 10—15.
2. Zhuchenko AA. *Adaptivnaya sistema seleksii rastenii (ekologo-geneticheskie osnovy). T. 1.* [Adaptive system of plant selection (ecological and genetic bases). Vol. 1.]. Moscow: RUDN publ.; 2001.
3. Zhuchenko AA. Ecological and genetic foundations of adaptive system of plant breeding. *Seleksiya i semenovodstvo*. 1999; (4):5—16.

4. Moiseeva MA. Relationship between productivity, heterosis effect and ecological stability of sweet pepper hybrids. *Bulletin of the Belarussian state agricultural academy*. 2016; (2):65–67.
5. Pakudin VZ, Lopatina LM. Evaluation of ecological plasticity and stability of agricultural crops. *Agricultural biology*. 1984; (4):109–113.
6. Potanin VG, Aleynikov AF, Stepochkin PI. A new approach to estimation of the ecological plasticity of plant varieties. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2014; 18(3):548–552.
7. Abu NE, Uguru MI, Obi IU, Baiyeri KP. Prediction model for fresh fruit yield in aromatic peppers (*Capsicum annum* L.). *African Journal of Agricultural Research*. 2015; 10(30):2882–2888. doi: 10.5897/AJAR2014.9196
8. Baikalova LP, Serebrennikov YI. The assessment of the barley sort adaptive capacity in the Kansk forest-steppe. *The Bulletin of KrasGAU*. 2014; (10):93–97.
9. Udachin RA, Golovoichenko AP. Methodology for assessing ecological plasticity of wheat varieties. *Selektsiya i semenovodstvo*. 1990; (5):2–6.
10. Zykin VA, Meshkov VV, Sapega VA. *Parametry ekologicheskoi pla-stichnosti sel'skokhozyaistvennykh rastenii, ikh raschet i analiz* [Parameters of ecological plasticity of agricultural plants, their calculation and analysis]. Novosibirsk: SO VASKhNIL publ.; 1984.
11. Kalmykova EV, Petrov NY, Narushev VB, Myagkova EG. agrotechnology of sweet pepper cultivation in the zone of light-chestnut soils in the Caspian region under irrigation. *The Agrarian Scientific Journal*. 2017; (6):15–19.
12. Kalmykova EV, Petrov NY, Pavlenko VN. Modern adaptive technologies of vegetable cultivation in the Lower Volga region. *Volga Region Farmland*. 2017; (4):82–88.
13. Kalmykova EV, Petrov NY. Complex water-soluble fertilizers in the technology for vegetable cultivation in the Lower Volga region. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2017; (2):29–31.
14. Dospekhov BA. *Methodology of field experiment*. 5th ed. Moscow: Agropromizdat publ.; 1985.

Об авторе:

Мягкова Елена Георгиевна — научный сотрудник отдела земледелия и комплексной мелиорации, Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук, 416251, Российская Федерация, Астраханская область, Черноярский район, с. Солёное Займище, квартал Северный, д. 8; e-mail: govstan29@mail.ru

About the author:

Myagkova Elena Georgievna — Researcher, Department of Agriculture and Complex Land Reclamation, Pre-Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 8 Severny block, p. Solenoye Zaymishche, Chernoyarsk district, Astrakhan region, 416251, Russian Federation; e-mail: govstan29@mail.ru