

Оценка элементов структуры урожая и параметров адаптивности сортов и гибридов подсолнечника в степном Поволжье

Андрей Владимирович Лекарев¹, Анатолий Петрович Солодовников², Людмила Александровна Гудова¹

¹ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», г. Саратов, Россия, raiser_saratov@mail.ru

²Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, solodovnikov-sgau@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты изучения сортов и гибридов подсолнечника селекции ФГБНУ ФАНЦ Юго-Востока в степном Поволжье. В результате двухфакторного дисперсионного анализа выявлен вклад факторов в общую изменчивость исследуемых показателей. Установлено, что элементы структуры урожая характеризуются значительной вариабельностью в зависимости от года, генотипа и от взаимодействия этих факторов. В результате исследований установлено значительное варьирование изучаемых параметров подсолнечника. Фактор А (сорт)оказал наибольшее влияние на признак диаметр корзинки – 33,57%; фактор В (год) на признаки число семян с одной корзинки (44,12%), массу 1000 семян (40,61%); взаимодействия факторов АВ на массу семян с 1 корзинки (35,77%). Расчет коэффициента регрессии урожайности изучаемых сортов и гибридов подсолнечника на варьирование условий среды позволил охарактеризовать их адаптивность. Установлено, что самой высокой отзывчивостью на благоприятные условия среды характеризуются гибрид ЮВС 3, Эверест, Дuet, Континент с коэффициентом регрессии более 1,0. В то время как у изучаемых сортов (Скороспелый 87, Саратовский 20, Саратовский 87, Степной 81) наблюдается меньшая вариабельность урожайности по годам исследований, что подтверждает более выраженную приспособленность к неблагоприятным условиям среды. В условиях Правобережья Саратовской области в среднем за три года наибольшая урожайность маслосемян подсолнечника получена у сорта Саратовский 20 (2,72 т/га) и у гибрида Континент (3,16 т/га). Урожайность подсолнечника на 28,87 % зависела от генотипа (фактор А), от погодных условий года (фактор В) на 49,26 %. Взаимодействие двух факторов составило 19,68 %.

Ключевые слова: сорта и гибриды подсолнечника, элементы структуры урожая, урожайность, стабильность, адаптивность.

Для цитирования: Лекарев А. В., Солодовников А. П., Гудова Л. А. Оценка элементов структуры урожая и параметров адаптивности сортов и гибридов подсолнечника в степном Поволжье // Аграрный научный журнал. 2021. № 10. С. 30–34. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2021i10pp30-34>.

AGRONOMY

Original article

Assessment of the elements of the yield structure and the parameters of adaptability of varieties and hybrids of sunflower in the steppe Volga region

Andrey V. Lekarev¹, Anatoly P. Solodovnikov², Lyudmila A. Gudova¹

Federal Agricultural Research Center for South-East Region, Saratov, Russia, raiser_saratov@mail.ru

Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia, solodovnikov-sgau@yandex.ru

Abstract. The article presents the results of the study of varieties and hybrids of sunflower bred by the Federal Agricultural Research Center for South-East Region in the steppe Volga region. As a result of two-factor analysis of variance, the contribution of factors to the overall variability of the studied indicators was revealed. It was found out that the elements of the yield structure are characterized by significant variability depending on the year, genotype and on the interaction of these factors. As a result of the research, a significant variation of the studied parameters of the sunflower was established. Factor A (variety) had the greatest influence on the anthode diameter - 33.57%; factor B (year) had the greatest influence on the number of seeds from one anthode (44.12%), the mass of 1000 seeds (40.61%); interaction of AB factors on the weight of seeds from one anthode (35.77%). Calculation of the regression coefficient of the yield of the studied varieties and hybrids of sunflower for varying environmental conditions made it possible to characterize their adaptability. It was found out that hybrids YuVS 3, Everest, Duet, Continent with a regression coefficient of more than 1.0 are characterized by the highest responsiveness to favorable environmental conditions. At the same time, the studied varieties (Skorospelyi 87, Saratovskiy 20, Saratovskiy 87, Stepnoy 81) have less variability in yield over the years of research, which confirms a more pronounced adaptability to unfavorable environmental conditions. In the conditions of the Right Bank of the Saratov Region, on average over three years, the highest yield of sunflower oilseeds had Saratovsky 20 variety (2.72 t/ha) and Continent hybrid (3.16 t / ha). The sunflower yield depended on the genotype (factor A) by 28.87 %, on the weather conditions of the year (factor B) by 49.26%. The interaction of the two factors was 19.68 %.

Keywords: sunflower varieties and hybrids, elements of the structure of the crop, yield, stability, adaptability.

For citation: Lekarev A. V., Solodovnikov A. P., Gudova L. A. Assessment of the elements of the yield structure and the parameters of adaptability of varieties and hybrids of sunflower in the steppe Volga region. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2021;(10): 30–34 (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2021i10pp30-34>.

Введение. Подсолнечник – одна из востребованных и высокорентабельных сельскохозяйственных культур. Его первостепенная ценность связана с получением незаменимого сырья в пищевой промышленности – подсолнечного масла. В последнее время в Российской Федерации наблюдается увеличение посевной площади до 7–8 млн га в год, 40 % из данной посевной площади сосредоточено в степном Поволжье. Однако следует учитывать, что высокие и устойчивые урожай подсолнечника можно получать только при условии наиболее полного удовлетворения его биологических требований к условиям произрастания. Недостаток даже одного из факторов жизни растений ведет к значительному недобору урожая [5, 14, 18]. В качестве негативных факторов при возделывании подсолнечника чаще всего выступают почвенно-климатические. Поэтому в регионах с резко континентальным климатом необходимо уделять пристальное внимание грамотному подбору сортов и гибридов для каждой конкретной зоны возделывания [1]. Одним из основных критериев оценки сортов и гибридов полевых культур выступает показатель стабильности продуктивности [9]. Допущенные к использованию сорта и гибриды наряду с высокой продуктивностью должны характеризоваться повышенной устойчивостью к неблагоприятным условиям среды. В благоприятных условиях необходимо возделывать сорта и гибриды с высокой потенциальной продуктивностью, а в неблагоприятных и



экстремальных продуктивность должна сочетаться с высокой экологической устойчивостью [6]. В работах некоторых авторов отмечается, что современные сорта и гибриды сельскохозяйственных культур характеризуются сильной изменчивостью урожайности и низкой реализацией ее потенциала в условиях производства, что отражается на уровне и стабильности производства зерна [13, 14, 17, 19]. Широкая изменчивость урожайности и параметров структуры урожая с учетом сортовых особенностей и влиянием погодных условий диктует необходимость дифференцированного подхода к подбору сортов и гибридов при размещении в почвенно-климатических условиях конкретной территории возделывания. При этом важно наряду с величиной и качеством урожайности учитывать адаптивность и стабильность их формирования.

Поэтому целью исследований было установить адаптивность сортов и гибридов селекции лаборатории масличных культур ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока для условий степного Поволжья.

Методика исследований. Исследования проводили в 2013–2015 гг. на опытном поле ФГУП «Аркадакская государственная сельскохозяйственная опытная станция» расположенной в Аркадакском районе Саратовской области. Почва опытного участка представлена черноземом обыкновенным, тяжелосуглинистым по гранулометрическому составу, с содержанием гумуса 6,5 %. Погодные условия в годы проведения характеризовались от острозасушливых до влажных, так, ГТК в 2013 г. составил 1,5 (влажный), в 2014 г. – 0,6 (засушливый), в 2015 г. – 0,9 (умеренно-засушливый).

Агротехника возделывания подсолнечника – зональная, соответствующая рекомендациям лаборатории масличных культур ФГБНУ ФАНЦ Юго-Востока» [2, 16]. Посев подсолнечника в годы исследований проводили при температуре слоя почвы 5–7 см – 8–10 °C: в 2013 г. – 8 мая, в 2014 г. – 3 мая, в 2015 г. – 12 мая. Площадь опытной делянки 100 м², повторность четырехкратная, размещение реномализированное. Норма высева 60 тыс. раст./га.

В изучении находились сорта (Скороспелый 87 – контроль, Саратовский 20, Степной 81, Саратовский 85) и гибриды (ЮВС 3- контролль, Эверест, Дуэт; Континент) селекции лаборатории масличных культур ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока – фактор А. Для анализа полученных материалов в качестве фактора В использовались сложившиеся погодные условия по годам.

Проведение полевых экспериментов и статистическую обработку данных (двуфакторный анализ) осуществляли в соответствии с Методикой полевого опыта Б.А. Доспехова (1985) [4]. Для оценки сортов и гибридов с точки зрения его непосредственной реакции на условия выращивания применяли регрессионный анализ и метод оценки стабильности по С. П. Мартынову (1989) [11] с использованием пакета компьютерных программ AGROS.

Результаты исследований. К основным элементам структуры урожая подсолнечника, определяющим его продуктивность, относятся диаметр корзинки, количество маслосемян с одной корзинки, масса семян с одной корзинки. Известно, что корзинки формируются под влиянием условий почти всего вегетационного периода. В период до появления 5–6 пар листьев закладываются зачатки цветков, что определяет возможную продуктивность растений и соответственно размер корзинки. Сочетание температуры и осадков в период цветения оказывается на степени оплодотворения, а это имеет немалое значение и для разрастания корзинки [12].

В результате множественного сравнения частных средних по фактору А выявлено, что наименьший диаметр корзинки характерен для сорта Скороспелый 87 – 17,53 см, а наибольший для сорта Саратовский 85 – 20,03 см. Значения признака остальных изучаемых генотипов существенно не превосходили сорт Скороспелый 87, но значимо отличались в меньшую сторону от Саратовского 85. Установлено, что признак «диаметр корзинки» существенно различался по фактору В, более мелкие корзинки сформированы в условиях 2015 г. (17,49 см). Доля влияния факторов на изменчивость диаметра корзинки распределилась следующим образом: фактор А – 33,57 %, фактор В – 27,31 % (табл. 1).

Таблица 1

Элементы структуры урожая сортов и гибридов подсолнечника, в среднем за 2013–2015 гг.

№ п/п	Сорт/гибрид	Диаметр корзинки, см	Количество маслосемян в 1 корзинке, шт.	Масса маслосемян с 1 корзинки, г
Множественное сравнение частных средних по фактору А (сорт)				
1	Скороспелый 87	17,53a	646,33a	43,90a
2	Саратовский 20	18,69b	895,33d	60,80de
3	Степной 81	18,06ab	654,00a	45,80a
4	Саратовский 85	20,03c	792,00b	56,17c
5	ЮВС 3	18,13ab	989,33fg	55,33bc
6	Эверест	18,20ab	945,00ef	61,40e
7	Дуэт	17,77ab	852,33cd	55,37c
8	Континент	18,43ab	995,96g	66,70f
$F_{\text{факт}}$	фактор А	5,679*	82,627*	73,996*
	фактор В	18,517* 0,239	443,112*	223,884*
HCP_{05}	взаимодействие АВ		27,588*	36,185*
	фактор А	0,976	46,336	2,723
	фактор В	0,527	24,579	1,749
	взаимодействие АВ	$F_{\text{факт}} < F_{\text{теор}}$	73,244	4,869
Множественное сравнение частных средних по фактору В (год)				
1	2013	19,04b	984,98c	63,39c
2	2014	18,55b	912,38b	58,10b
3	2015	17,49a	641,50a	45,56a

*Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана.



Число семян в корзинке по фактору А изменялось от 646,33 до 995,96 шт. Максимальное число семян в корзинке выявлено у гибридов ЮВС 3, Эверест и Континент, а минимальное у сортов Скороспелый 87 и Степной 81. Количество семян в корзинке по фактору В существенно различалось по вариантам. В 2015 г. выявлено наименьшее число семян в корзинке, а в 2013 г. – самое высокое. Изменчивость числа семян в одной корзинке определялась фактором года (В) на 44,12 %, генотипом (А) на 34,07 %, взаимодействием фактором АВ на 19,23 %.

Множественное сравнение частных средних по фактору А позволило установить преимущество гибрида Континент по массе семян с одной корзинки относительно других изучаемых сортов и гибридов. Варьирование признака составляло 43,9–66,7 г., различия между генотипами подтверждалось показателями F-критерия. Также установлено достоверное отличие значения признака по годам исследований. Наименьшее значение массы семян с корзинки выявлено в 2015 г. и составило 45,56 г. Доля влияния факторов на изменчивость признака составила у фактора А – 29,51 %, у фактора В – 31,6 %, взаимодействие факторов АВ – 35,77 %.

Масса 1000 семян подсолнечника считается достаточно устойчивым показателем, однако условия произрастания (агрометеорологические условия вегетационного периода, агротехнические приемы) оказывают существенное влияние на границы варьирования признака. Интервал варьирования массы 1000 семян у сортов и гибридов подсолнечника по фактору А составлял 64,67–71,33 г. (табл. 2). Достоверно высокое значение признака выявлено у сорта Саратовский 85. Множественное сравнение частных средних по фактору В показало, что в 2015 г. сорта и гибриды в среднем формировали более высокую массу 1000 семян – 70,75 г. Доля влияния факторов составила по фактору А – 23,28 %, по фактору В – 40,61 %.

В результате множественного сравнения частных средних по фактору А урожайность семян генотипов изменилась от 1,99 до 3,16 т/га. Сравнительно высокая урожайность семян выявлена у гибридов Континент и ЮВС 3 – более 3,0 т/га. По фактору Б наибольшая урожайность установлена в 2013 г. – 3,25 т/га. Изменчивость признака «урожайность семян» на 28,87 % зависела от генотипа (фактор А), 49,26 % от фактора года (В), взаимодействие двух факторов составило 19,68 %.

Таблица 2

Урожайность и масса 1000 семян сортов и гибридов подсолнечника, в среднем за 2013–2015 гг.

№ п/п	Сорт/гибрид (фактор А)	Масса 1000 семян, г	Урожайность маслосемян, т/га
Множественное сравнение частных средних по фактору А (сорт)			
1	Скороспелый 87	67,99abc	1,99a
2	Саратовский 20	68,00abc	2,72d
3	Степной 81	70,33bc	2,07a
4	Саратовский 85	71,33c	2,49bc
5	ЮВС 3	66,00a	3,09fg
6	Эверест	65,00a	2,90e
7	Дуэт	64,67a	2,63cd
8	Континент	67,00ab	3,16g
$F_{\text{факт}}$	фактор А	3,959*	81,027*
	фактор В	36,455*	598,611*
	взаимодействие АВ	0,072	34,169*
HCP_{05}	фактор А	3,642	0,146
	фактор В	1,711	0,076
	взаимодействие АВ	$F_{\text{факт}} < F_{\text{теор}}$	0,228
Множественное сравнение частных средних по фактору В (год)			
1	2013	68,24b	3,25c
2	2014	63,62a	2,69b
3	2015	70,75c	1,95a

*Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дунканна.

Одним из требований, предъявляемым к сортам и гибридам, является устойчивость к экологическим факторам среды [8], особенно это важно в районах резко континентального климата [10]. Оценка селекционного материала в разные годы позволяет получить информацию о пластичности, которая показывает процесс изменения в структуре и функциях, обеспечивающих выживаемость в варьирующих условиях внешней среды [15]. Таким образом, под экологической пластичностью сорта подразумевается его биологическая возможность приспособливаться к условиям среды обитания. Погодные условия не имеют повторности, их градации смешаны с эффектом опыта в целом, и если по годам показатели сортов различаются, то можно утверждать о взаимодействии «генотип – условия среды» [6, 7, 10].

Одним из методов вычленения неявных сортовых различий является регрессионный анализ, позволяющий эlimинировать общегрупповые тенденции и вычленить скрытую дисперсию. Наиболее важными показателями в этом типе анализа являются коэффициент линейной регрессии урожая на эффекты экологических условий, дисперсии отклонений от регрессии и средний урожай сорта или гибрида по всем средам. Следует отметить, что коэффициент регрессии близкий к единице показывает среднюю стабильность. В том случае, когда это связано с высоким средним урожаем, то такие сорта или гибриды имеют общую приспособленность. И, наоборот, когда генотипы формируют низкий средний урожай, это свидетельствует о неудовлетворительной



приспособляемости сортов и гибридов ко всем средам. Коэффициент регрессии выше единицы характеризует сорта и гибриды с повышенной чувствительностью к изменениям среды и большей специфической приспособленностью к благоприятным условиям. Коэффициент регрессии меньше единицы показывает устойчивость и большую приспособляемость к неблагоприятным условиям внешней среды. Разброс фактических значений урожайности вокруг линии регрессии оценивают дисперсией. Показатель средней урожайности позволяет оценить генотип при возделывании в различных агроэкологических условиях [3].

Расчет коэффициента регрессии урожайности изучаемых сортов и гибридов подсолнечника на варьирование условий среды позволил охарактеризовать их адаптивность. Установлено, что самой высокой отзывчивостью на благоприятные условия среды характеризуются гибриды ЮВС 3, Эверест, Дуэт, Континент с коэффициентом регрессии более 1,0. В то время как у изучаемых сортов (Скороспелый 87, Саратовский 20, Саратовский 87, Степной 81) наблюдается меньшая вариабельность урожайности по годам исследований, что подтверждает более выраженную приспособленность к неблагоприятным условиям среды (табл. 3).

Таблица 3

Влияние условий года на показатели пластиности сортов и гибридов подсолнечника

Сорт/гибрид	Коэффициент адекватности В	Коэффициент регрессии b_1	Ошибки коэффициента регрессии S_b	Критерий значимости отклонения от 1 т
Скороспелый 87	0,75	0,61	0,23	1,70
Саратовский 20	0,88	0,45	0,11	4,94
Степной 81	-0,69	0,16	0,38	2,23
Саратовский 85	0,97	0,74	0,09	3,10
ЮВС 3	0,98	1,15	0,11	1,30
Дуэт	1,00	1,54	0,03	16,20
Эверест	0,70	1,66	0,69	0,95
Континент	1,00	1,70	0,08	8,40

Методический подход анализа экологической пластиности, предложенный С.П. Мартыновым (1989) [11], позволил оценить способность генотипа сочетать в себе высокий потенциальный урожай с минимальным его снижением в неблагоприятных условиях. Мерой стабильности является взвешенная сумма стандартных отклонений экспериментальной величины от средней по каждому опыту (году) экологического эксперимента. Оценка стабильности проявления хозяйствственно-ценных признаков сортов и гибридов подсолнечника позволяет распределить генотипы по их способности сочетать высокую потенциальную урожайность в благоприятных условиях с минимальным ее снижением в неблагоприятных условиях выращивания (табл. 4).

Таблица 4

Стабильность сортов и гибридов подсолнечника

Сорт/гибрид	Коэффициент стабильности	Степень выраженности стабильности
Скороспелый 87	-3,913	Ниже средней
Саратовский 20	1,441	Выше средней
Степной 81	-2,697	Ниже средней
Саратовский 85	-0,628	Ниже средней
ЮВС 3	3,002	Выше средней
Дуэт	-0,931	Ниже средней
Эверест	1,083	Выше средней
Континент	2,673	Выше средней

Высокий коэффициент стабильности выявлен у сорта Саратовский 20 и гибридов ЮВС 3, Эверест, Континент.

Заключение. В результате исследований установлено значительное варьирование изучаемых параметров подсолнечника. Фактор А (сорт) оказал наибольшее влияние на признак диаметр корзинки – 33,57 %; фактор В (год) на признаки число семян с одной корзинки (44,12 %), массу 1000 семян (40,61 %) и урожайность семян (49,26 %); взаимодействие факторов АВ на массу семян с 1 корзинки (35,77 %). В результате расчета коэффициента регрессии урожайности изучаемых сортов и гибридов подсолнечника на варьирование условий среды выявлено, что самой высокой отзывчивостью на благоприятные условия среды характеризуются гибриды ЮВС 3, Эверест, Дуэт, Континент с коэффициентом регрессии более 1,0. Высокая степень стабильности выявлена у сорта Саратовский 20 и гибридов ЮВС 3, Эверест, Континент. В условиях степного Поволжья в среднем за три года наибольшая урожайность получена у сорта Саратовский 20 (2,72 т/га) и у гибрида Континент (3,16 т/га).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бижев В. М. Оптимизация продуктивности гибридов подсолнечника с применением различных доз минеральных удобрений и биопрепараторов в предгорной зоне КБР: дис. ... канд. с.-х. наук. Нальчик, 2014. 155 с.
- Биологические и агротехнические основы возделывания подсолнечника по интенсивной технологии / В. Ф. Пимахин [и др.]. Саратов, 1991. 57 с.



3. Валекжанин В. С. Экологическая пластиность и стабильность сортов и линий яровой мягкой пшеницы по урожайности и элементам ее структуры в условиях Приобской лесостепи Алтайского края: дис. ... канд. с.-х. наук. Барнаул, 2012. 208 с.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М., 1985. 351 с.
5. Дояренко А. Г. Факторы жизни растений. М., 1966. 280 с.
6. Жученко А. А., Урсул А. Стратегия адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства: Роль науки в повышении эффективности растениеводства. Киев, 1983. 304 с.
7. Жученко А. А. Роль адаптивной системы селекции в растениеводстве XXI века // Коммерческие сорта полевых культур Российской Федерации. М., 2003. С. 10–15.
8. Корзун А. С., Бруйло А. С. Адаптивные особенности селекции семеноводства сельскохозяйственных растений. Гродно, 2011. 140 с.
9. Коробейников Н. И. Основные параметры моделей сортов яровой мягкой пшеницы для степных зон Алтайского края // Современные проблемы и достижения аграрной науки в животноводстве и растениеводстве: сб. науч. трудов. Барнаул, 2003. Ч. 1. С. 27–32.
10. Кравченко Р. В. Варьирование адаптивных свойств гибридов кукурузы первого поколения (генотипов) под влиянием регулятора роста // Научный журнал КубГАУ. 2012. № 77. С. 25–31.
11. Мартынов С. П. Оценка экологической пластиности сортов сельскохозяйственных культур // С.-х. биология. 1989. № 3. С. 124–128.
12. Морозов В. К. Агробиологические основы возделывания подсолнечника. Саратов, 1953. 215 с.
13. Неттеевич Э. Д. Влияние условий возделывания и продолжительности на результаты оценки сорта по урожайности // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2001 № 3. С. 34–38.
14. Отзывчивость гибридов подсолнечника на минимизацию основной обработки почвы в Заволжье / А.П. Соловьевников [и др.] // Аграрный научный журнал. 2020. № 1. С. 22–27.
15. Пакудин В. З. Параметры оценки экологической пластиности сортов и гибридов. Теория отбора в популяциях растений. Новосибирск, 1976. 189 с.
16. Пимахин В. Ф., Лекарев В. М., Соколов Н. М. Биологические и агротехнические основы возделывания подсолнечника. Саратов, 2000. 64 с.
17. Потанин В. Г., Алейников А. Ф., Степочкин П. И. Новый подход к оценке экологической пластиности сортов растений // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18. № 3. С. 548–552.
18. Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов под подсолнечников на черноземе обыкновенном / А.В. Ващенко [и др.] // Аграрный научный журнал. 2020. № 1. С. 4–9.
19. Удачин Р. А., Головоchenko A. P. Методика оценки экологической пластиности сортов пшеницы // Селекция и семеноводство. 1990. № 5. С. 2–6.

REFERENCES

1. Bizhev V. M. Optimization of the productivity of sunflower hybrids with the use of various doses of mineral fertilizers and biological products in the foothill zone of the KBR: thesis for a Candidate Degree in Agricultural Sciences. Nalchik, 2014: 155.
2. Pimakhin V. F. et al. Biological and agrotechnical foundations of sunflower cultivation using intensive technology. Saratov, 1991: 57.
3. Valekzhanin V. S. Ecological plasticity and stability of varieties and lines of spring soft wheat in terms of yield and elements of its structure in the conditions of the Ob forest-steppe of the Altai Territory: thesis for a Candidate Degree in Agricultural Sciences. Barnaul, 2012: 208.
4. Dospekhov B. A. Method of field experiment. Moscow, 1985: 351.
5. Doyarenko A. G. Factors of plant life. Moscow, 1966: 280.
6. Zhuchenko A. A., Ursul A. The strategy of adaptive intensification of agricultural production: The role of science in increasing the efficiency of crop production. Kiev, 1983: 304.
7. Zhuchenko A. A. The role of the adaptive selection system in crop production of the XXI century. In: Commercial varieties of field crops of the Russian Federation. Moscow, 2003: 10–15.
8. Korzun A. S., Bruylo A. S. Adaptive features of selection of seed production of agricultural plants. Grodno, 2011:140.
9. Korobeinikov N. I. The main parameters of models of spring soft wheat varieties for the steppe zones of the Altai Territory. In: Modern problems and achievements of agricultural science in animal husbandry and plant growing. Barnaul, 2003; 1: 27–32.
10. Kravchenko R. V. Variations in the adaptive properties of maize hybrids of the first generation (genotypes) under the influence of the growth regulator. Scientific journal of KubSAU. 2012; 77: 25–31.
11. Martynov S. P. Evaluation of ecological plasticity of agricultural crops varieties. Agricultural biology. 1989; 3: 124–128.
12. Morozov V. K. Agrobiological foundations of sunflower cultivation. Saratov, 1953: 215.
13. Nettevich E. D. Influence of cultivation conditions and duration on the results of assessing varieties by yield. Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 2001; 3: 34–38.
14. Solodovnikov A. P. Responsiveness of sunflower hybrids to minimize the main tillage in the Trans-Volga region. Agrarian scientific journal. 2020; 1: 22–27.
15. Pakudin V. Z. Parameters for assessing the ecological plasticity of varieties and hybrids. Selection theory in plant populations. Novosibirsk, 1976:189.
16. Pimakhin V. F., Lekarev V. M., Sokolov N. M. Biological and agro-technical bases of sunflower cultivation. Saratov, 2000:64.
17. Potanin V. G., Aleinikov A. F., Stepochnik P. I. A new approach to assessing the ecological plasticity of plant varieties. Vavilov journal of genetics and breeding. 2014; 18; 3: 548–552.
18. Vaschenko A. V. et al. Application of mineral fertilizers and bacterial preparations for sunflowers on ordinary chernozem. Agrarian scientific journal. 2020; 1: 4–9.
19. Udachin R. A., Golovochenko A. P. Methodology for assessing the ecological plasticity of wheat varieties. Breeding and seed production. 1990; 5: 2–6.

Статья поступила в редакцию 13.05.2021; одобрена после рецензирования 15.06.2021; принята к публикации 20.06.2021.
The article was submitted 13.05.2021; approved after reviewing 15.06.2021; accepted for publication 20.06.2021.