

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ СОРТОВ СОИ В АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. ТЕВЧЕНКОВ, младший научный сотрудник, E-mail: soya@lniir.ru
ORCID ID 0000-0003-3582-5558

Е.И. СЕНИЧЕВ, младший научный сотрудник, E-mail: soya@lniir.ru
ORCID ID 0009-0001-3777-980X

В.В. ТРУНОВ, младший научный сотрудник, E-mail: soya@lniir.ru
ORCID ID 0009-0003-2766-9601

ЛИПЕЦКИЙ НИИ РАПСА – ФИЛИАЛ ФГБНУ «ФНЦ ВНИИ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР
ИМЕНИ В.С. ПУСТОВОЙТА»

Аннотация. В статье представлены результаты агроэкологических исследований сортов сои и их адаптивного потенциала в Калужской области в Спас-Деменском районе в 2016-2019 гг. Показатели экологической пластичности и стабильности рассчитывали по методике S.A. Eberhart и W.A. Russell в редакции В.А. Зыкова. Стрессоустойчивость и среднюю урожайность в контрастных условиях определяли по уравнению A.A. Rossille, J. Hamblin. Рассчитан индекс условий среды (I_j), дана оценка пластичности по коэффициенту линейной регрессии (b_i), определена экологическая стабильность сортов, стрессоустойчивость и генетическая гибкость. Благоприятные условия возделывания сортов были в 2016 г индекс условий среды I_j имел положительные значения – 0,27. Высокую пластичность показали сорта Припять ($b_i=1,82$), Георгия ($b_i=1,65$), Окская ($b_i=1,43$) и Волма ($b_i=1,27$). Лучшими сортами по показателю экологической стабильности (σ_d^2) являются Светлая (0,0008) и Припять (0,0002). В агроклиматических условиях Калужской области повышенную устойчивость к стрессовым факторам показали сорта Магева, Светлая и Касатка (-0,27). Более высокой генетической гибкостью обладают сорта Припять (2,1) и Окская (2,0). Сорт Припять имеет лучшие показатели по урожайности, экологической пластичности, стабильности и генетической гибкости.

Ключевые слова: соя, исследования, экологическая пластичность, стабильность, гибкость, стрессоустойчивость.

Для цитирования: Тевченков А.А., Сеничев Е.И., Трунов В.В. Экологическая пластичность и стабильность сортов сои в агроклиматических условиях Калужской области. Зернобобовые и крупяные культуры. 2025; 3(55):26-32. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-26-32

ENVIRONMENTAL PLASTICITY AND STABILITY OF SOYBEAN VARIETIES IN AGROCLIMATIC CONDITIONS OF THE KALUGA REGION

A.A. Tevchenkov, E.I. Senichev, V.V. Trunov

LIPETSK RAPESEED RESEARCH INSTITUTE – THE BRANCH OF FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER V.S. PUSTOVOIT ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF OIL CROPS»

Abstract: The article presents the results of agroecological studies of soybean varieties and their adaptive potential. in the Kaluga region in the Spas-Demensky district in 2016-2019. The indicators of ecological plasticity and stability were calculated according to the methodology of S.A. Eberhart and W.A. Russell, edited by V.A. Zykov. Stress resistance and average yield under contrasting conditions were determined by the equation of A.A. Rossille, J. Hamblin. The

environmental conditions index (I_j) is calculated, plasticity is estimated by the linear regression coefficient (b_i), ecological stability of varieties, stress resistance and genetic flexibility are determined. Favorable conditions for cultivating varieties were in 2016. The index of environmental conditions I_j had positive values – 0.27. High plasticity was shown by the varieties Pripyat ($b_i = 1.82$), Georgiya ($b_i = 1.65$), Okskaya ($b_i = 1.43$) and Volma ($b_i = 1.27$). The best varieties in terms of environmental stability (σd^2) are Svetlaya (0.0008) and Pripyat (0.0002). In the agro-climatic conditions of the Kaluga Region, Mageva, Svetlaya and Kasatka varieties showed increased resistance to stress factors (-0.27). Pripyat (2.1) and Okskaya (2.0) varieties have higher genetic flexibility. The Pripyat variety has the best performance in terms of yield, environmental plasticity, stability and genetic flexibility.

Keywords: soybeans, research, ecological plasticity, stability, flexibility, stress resistance.

На современном этапе развития сельскохозяйственного производства соя является наиболее востребованной зернобобовой культурой. Высокое содержание в семенах сои полноценного по аминокислотному составу, растворимости и усваиваемости белка от 32,0 до 48% и высококачественного по жирно-кислотному составу масла до 25% делают её уникальной культурой [1]. Она широко используется в различных отраслях народного хозяйства на пищевые, кормовые, технические и другие цели.

В настоящее время созданы сорта сои для возделывания в Нечерноземной зоне. Центральная Нечерноземная зона представляет собой регион с рискованными условиями земледелия для получения стабильного урожая семян этой культуры. Формирование высокопродуктивных посевов сельскохозяйственных культур, способных максимально использовать природные и агротехнические факторы в большей степени зависит от сорта [2].

Сорт – один из самых дешевых и доступных средств повышения урожайности. Сорт служит биологическим фундаментом, на котором строятся все основные элементы технологии. Поэтому изучение сорта в конкретных зональных условиях по его продуктивности, устойчивости к болезням, вредителям, приспособляемости к высокотехнологичным элементам возделывания остается важной задачей [3, 4].

При современных подходах к интенсификации растениеводства зависимость урожайности от условий внешней среды не только не ослабевает, но и усиливается. Это объясняется тем, что с ростом урожайности сортов сои проявляется тенденция к снижению их устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам. При этом значительно возрастает роль тех факторов внешней среды, оптимизировать которые в полевых условиях практически невозможно. Поэтому проблема изучения адаптивности сортов сои, особенно актуальна для условий Центрального Нечерноземья ввиду своеобразия климатических условий данной зоны [5].

Важными характеристиками сорта, как средства производства, являются показатели экологической стабильности и пластичности. Эти показатели характеризуют устойчивость сорта к различным условиям выращивания и способность к адаптации.

Цель исследований – провести комплексную агроэкологическую оценку сортов сои северного экотипа разных групп спелости по параметрам экологической стабильности и пластичности в условиях Калужской области.

Материалы и методы

Изучение сортов северного экотипа проводилось в Калужской области в Спас-Деменском районе в 2016-2019 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая $pH_{\text{сол}}$ – 5,2, содержание органического вещества 1,6%, подвижного фосфора – 100 мг/кг почвы, обменного калия – 65 мг/кг почвы и азота легкогидролизуемого – 50 мг/кг почвы.

Изучали сорта сои скороспелой и среднеспелой группы спелости: Магева, Светлая, Касатка, Матела и Георгия оригинатор – ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», Припять и Волма – оригинатор – ООО «Соя-Север Ко».

Сорт Магева. Средний урожай семян составил 1,57 т/га. Масса 1000 семян – 141-153 г. Содержание сырого белка в семенах – 39-42%, жира – 17-19%. Сорт раннеспелый, период вегетации 83-99 суток.

Сорт Светлая. Растение детерминантного типа роста. Средняя урожайность семян 7,3-17,4 ц/га. Масса 1000 семян 128 г. Содержание белка 41,7%, жира – 19,2%. Ранний, вегетационный период 94-102 дня.

Сорт Малета. Сорт очень раннеспелый с продолжительностью вегетационного периода 81...90 суток. Масса 1000 семян 159-193 г. Средняя урожайность семян составила 2,2 т/га, Содержание сырого протеина в семенах 39-41%, содержание жира 18-20%.

Сорт Окская. Сорт раннеспелый, период вегетации 84-107 суток. Семена удлинённые, масса 1000 семян 131-160г. Содержание белка – 39,1-40,8%, жира – 19,8%.

Сорт Касатка. Тип роста – детерминантный, вегетационный период составляет 76-85 дней. Высота растений в зависимости от условий выращивания достигает 76 см. Масса 1000 семян 145-168г. Содержание сырого белка в семенах – 47%, содержание жира 16-18%. Средняя урожайность семян составила 2,4 т/га

Сорт Георгия. Тип развития растения – индетерминантный. Сорт раннеспелый, период вегетации 94-105 дней. Масса 1000 семян 153-162 г. Содержание сырого протеина 38-45%, жира 16-18%. Средняя урожайность 2,2 т/га, максимальная 2,8 т/га.

Сорт Волма. Тип роста – индетерминантный, высота растения – 80-110 см. Масса 1000 семян – 170-180 г. Содержание белка в зерне составляет 39%, масла – 22%. Средняя урожайность 2,8-3,0 т/га

Сорт Припять. Тип роста полудетерминантный, высота растения 60-70 см. Масса 1000 семян 150-170 г. Содержанием белка в зерне 43%, жира 22,0-23,5%. Средняя урожайность 13,8-14,0 ц/га.

Исследования проводились по общепринятой методике [6]. Агротехника в опыте соответствовала рекомендованной технологии возделывания сои в условиях данного региона. Предшественник – яровая пшеница. Площадь делянок 1 га, без повторений, размещение делянок систематическое.

Агротехника в опыте классическая: зяблевая вспашка на глубину составляла 20-22 см; ранневесеннее боронование; предпосевная культивация на глубину 5-6 см. В день посева семена сои обрабатывались инокулянт «Нордикс Ж» в дозе расхода препарата 1 л/т семян. Посев производили зерновой сеялкой марки «Клен-6» с междурядьями 15 см и нормой высева 500 тыс. шт. всхожих семян на 1 га. В течение вегетации в посевах сои проводили две обработки гербицидами. Первую обработку почвенным гербицидом (Зенкор Ультра КС, норма расхода 0,75 л/га) сразу после посева, вторую – в фазу двух тройчатых листа гербицидом Базагран ВР, норма расхода препарата 3,0 л/га. Опрыскивание посевов проводили опрыскивателем УГ. Уборку сои проводили в фазу полной спелости при влажности семян 15-16% зерноуборочным комбайном «Полесье GS12». После уборки урожая проводили первичную очистку семян и доведение их до влажности 14%.

Показатели экологической пластичности и стабильности рассчитывали по методике S.A. Eberhart и W.A. Russell в редакции В.А. Зыкин [7]. Методика основана на вычислении коэффициента линейной регрессии b_i (экологическая пластичность) и среднеквадратического отклонения от линии регрессии (S_i^2). Для вычисления коэффициента линейной регрессии определяли индексы условий среды (I_j), характеризующие изменчивость условий, в которых выращивали сорт. Стрессоустойчивость и среднюю урожайность в контрастных условиях определяли по алгоритму A.A. Rossille, J. Hamblin (1981).

Метеорологические условия в годы проведения исследований значительно различались по температурному режиму и условиям увлажнения, что позволило объективно оценить особенности реакции изучаемых сортов в различных условиях их возделывания (табл. 1).

Погодные условия в годы проведения исследований существенно различались. В 2017 г. и 2018 г. температура воздуха по месяцам вегетации сои была ниже по сравнению со средними многолетними данными и по сравнению 2016 г. и 2019 г.

Погодные условия в период проведения исследований, 2016-2019 гг.

Год	Месяца				
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Количество осадков, мм					
Среднее многолетнее	14,0	17,1	19,9	13,6	12,2
2016	13,7	17,2	19,8	18,8	11,4
2017	10,7	14,0	18,7	18,5	14,4
2018	16,8	15,5	20,3	19,2	14,8
2019	14,4	18,7	15,5	15,4	10,8
Среднесуточная температура воздуха, °С					
Среднее многолетнее	54	69	92	77	73
2017	154,4	191,7	83,3	95,7	81,1
2017	100,1	215,5	190,5	99,7	80,1
2018	78,4	35,3	140,4	51,3	60,5
2019	192,7	132,6	157,4	102,1	49,5

В 2016 г. погодные условия были относительно благоприятные для роста и развития сои, средняя температура воздуха незначительно превышала средние многолетние данные на 0,1°С и составила 15,5°С. Количество осадков за вегетационный период составило 606,2 мм. Вегетационный период 2017 г. можно охарактеризовать как менее благоприятным для сои, средняя температура воздуха была ниже на 0,9°С по сравнению с нормой. Количество осадков, выпавших в период с мая по сентябрь, составило 685,9 мм, что в 2 раза выше нормы. Агроклиматические условия 2018 г. были благоприятными для произрастания сои: температура воздуха была выше на 0,6°С с достаточными количествами осадков в сравнении со средними многолетними значениями. Температура и водный режим в условиях 2019 г. были ниже климатической нормы на 0,3°С в течение всего сезона с количеством осадков 634,4 мм, что выше климатической нормы.

Наиболее благоприятным для роста и развития растений сои был 2018 г., гидротермический коэффициент (ГТК) равнялся 1,4. В 2016, 2017 и 2019 гг. метеорологические условия вегетационного периода сои отличались избыточным увлажнением (ГТК составил – 2,60, 3,43 и 2,75, соответственно). Стоит отметить, что в течение всех лет проведения исследований условия тепло- и влагообеспеченности были крайне контрастными, варьирование ГТК по месяцам находилась в пределах 0-4.

Результаты и обсуждение

Для характеристики условий выращивания сортов сои использовали индекс условий среды (I_j). Индексы условий показывают, насколько лучше или хуже складывались условия возделывания сортов в конкретный год в условиях сравнения с усредненным результатом за 4 года. В 2016 и 2018 гг. I_j имел положительные значения (0,02-0,27), что свидетельствует о достаточно благоприятных условиях возделывания. Отрицательные значения индекса I_j от -0,11 до -0,18 в 2017, 2019 гг., указывают на неблагоприятный гидротермический режим для формирования урожая семян сои. Лучшие условия для роста и развития наблюдалось в 2016 г. ($I_j = 0,27$), при этом средний урожай семян сои в опыте составил 2,07 т/га. В неблагоприятных условиях в 2017 г. средняя урожайность сои уменьшилась в 1,3 раза и составила 1,62 т/га.

В таблице 2 представлены данные по урожайности сортов сои за 4 года, необходимые для определения показателей пластичности и стабильности

Ещё в 1966 году S.A. Eberhart и W.A. Russell в своих работах предложили оценивать экологическую пластичность сортов по двум показателям – коэффициенту регрессии и среднеквадратическому отклонению от линий регрессии (вариансе стабильности). Чем выше числовые значения коэффициента, тем сильнее реакция сорта на улучшение условий его

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 3 (55) 2025 г.

выращивания. В современных научных исследованиях предлагается оценка пластичности по коэффициенту линейной регрессии (b_i), который отражает степень реакции генотипа на изменение условий среды [4, 5]. Высокой пластичностью (отзывчивость на изменяющиеся условия окружающей среды) отличались сорта, у которых коэффициенты регрессии по урожайности были больше 1 ($b_i > 1$). Чем выше значения коэффициента ($b_i > 1$), тем большей отзывчивостью обладает данный сорт.

Таблица 2

Индексы условий окружающей среды и коэффициенты линейной регрессии (b_i) для изучаемых сортов сои, 2016-2019 гг.

Сорт	Средняя урожайность по сорту, т/га				$\sum Y_i$	Y_i	b_i	S_i^2
	2016	2017	2018	2019				
Магева	1,81	1,62	1,65	1,54	6,60	1,65	0,51	0,00
Светлая	1,84	1,58	1,74	1,64	6,80	1,70	0,57	0,00
Касатка	1,45	1,49	1,73	1,64	6,31	1,58	-0,18	0,02
Малета	2,10	1,68	1,78	1,72	7,28	1,82	0,94	0,00
Окская	2,30	1,67	1,77	1,69	7,43	1,86	1,43	0,01
Геоorgia	2,33	1,54	1,87	1,75	7,48	1,87	1,65	0,00
Припять	2,51	1,69	2,03	1,81	8,03	2,01	1,82	0,00
Волма	2,22	1,67	2,00	1,72	7,60	1,90	1,27	0,00
$\sum Y_j$	16,57	12,93	14,54	13,49	57,53	1,80	–	
Y_j	2,07	1,62	1,82	1,69				
I_j	0,27	-0,18	0,02	-0,11				

В наших исследованиях наиболее высокие значение коэффициента линейной регрессии отмечаются у сорта Припять ($b_i=1,82$), Геоorgia ($b_i=1,65$), Окская ($b_i=1,43$) и у сорта Волма ($b_i=1,27$).

При $b_i < 1$ сорт реагирует слабее на изменение условий среды и его лучше использовать на экстенсивном фоне, где можно получить максимум отдачи при минимуме затрат. Согласно расчетам, такая особенность отмечается у сортов Малета, Светлая и Магева ($b_i=0,51-0,94$).

При расчете значений экологической стабильности (σd^2) изучаемые сорта показали высокие результаты, согласно определения являются стабильными (табл. 3). Лучшими по этому показателю являются сорт Светлая и Припять, среднеквадратичное отклонение S_i^2 которых составляет 0,0008 и 0,0002, соответственно.

Таблица 3

Стабильность урожайности сортов сои (S_i^2).

Сорт	Отклонение урожайности σ_{ij} , т/га				$\sum \sigma_{ij}^2$	σd^2
	2016	2017	2018	2019		
Магева	0,016	0,058	-0,016	-0,058	0,007	0,0036
Светлая	-0,014	-0,020	0,031	0,003	0,002	0,0008
Касатка	-0,073	-0,117	0,152	0,038	0,044	0,0219
Малета	0,026	0,030	-0,061	0,004	0,005	0,0027
Окская	0,054	0,074	-0,119	-0,009	0,023	0,0113
Геоorgia	0,008	-0,030	-0,039	0,061	0,006	0,0031
Припять	0,008	0,008	-0,019	0,003	0,000	0,0002
Волма	-0,025	-0,003	0,070	-0,043	0,007	0,0037

В условиях Центрального Нечерноземного региона важно подобрать стрессоустойчивые сорта сои, поскольку в этом регионе часто наблюдается низкие температуры, возврат заморозков в период прорастания семян, перепады температур и

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 3 (55) 2025 г. обильные осадки. Данный показатель определяется разностью урожайности сортов ($Y_2 - Y_1$) и показывает уровень их устойчивости к стрессовым условиям произрастания, имеет отрицательный знак. Стрессоустойчивость сорта тем выше, чем меньше разрыв между максимальной (Y_1) и минимальной (Y_2) урожайностью [8, 9].

Наиболее стрессоустойчивыми сортами являются Магева, Светлая и Касатка с показателем -0,27. Также высокой устойчивостью к стрессовым факторам обладает сорт Малета и Волма с показателями -0,42 и -0,56, соответственно (табл.4)

Генетическая гибкость сорта – это компенсаторная способность, которая отражает среднюю урожайность в контрастных условиях. Чем выше степень соответствия между генотипом сорта и факторами внешней среды, тем выше эта величина [9]. Расчет проводится по следующей формуле: $(Y_2 - Y_1)/2$. Сорта Припять, Окская, Малета, Георгия и Волма характеризуется высокой генетической гибкостью с показателями 2,1-1,9.

Таблица 4

Сорта сои, обладающие стрессоустойчивостью и генетической гибкостью (2016-2019)

Сорт	Урожайность, т/га		Стрессоустойчивость	Генетическая гибкость
	max	min		
Магева	1,81	1,54	-0,27	1,7
Светлая	1,84	1,58	-0,27	1,7
Касатка	1,73	1,45	-0,27	1,6
Малета	2,10	1,68	-0,42	1,9
Окская	2,30	1,67	-0,63	2,0
Георгия	2,33	1,54	-0,79	1,9
Припять	2,51	1,69	-0,83	2,1
Волма	2,22	1,67	-0,56	1,9

Заключение

Оптимальные условия для формирования урожайности сортов сои сложились в 2016 году ($I_j = 0,27$), при этом средняя урожайность семян составила 2,07 т/га.

Высокой пластичностью по коэффициенту регрессии по урожайности отличались сорта Припять ($b_i = 1,82$), Георгия ($b_i = 1,65$), Окская ($b_i = 1,43$) и Волма ($b_i = 1,27$).

Наилучшие показатели экологической стабильности (σd^2) выявили у сорта Светлая и Припять, среднеквадратичное отклонение (S_i^2) которых составляет 0,0008 и 0,0002, соответственно.

Возделывание сои в агроклиматических условиях Калужской области не всегда является благоприятным в течение вегетации. В нашем опыте лучшие показатели стрессоустойчивости (-0,27) отмечалась у сорта Магева, Светлая и Касатка.

Расчет средней урожайности в контрастных условиях позволил выделить сорта Припять и Окская, отличающиеся более высокой генетической гибкостью.

Сорт Припять имеет лучшие показатели по урожайности, экологической пластичности, стабильности и генетической гибкости. По основным изучаемым признакам выделен сорт Припять, который имеет высокую урожайность, экологически пластичен и стабилен.

По результатам изучения сортообразцов сои в условиях Калужской области выделены сорта, сочетающие высокую урожайность и пластичность: Припять, Георгия, Окская и Волма. Эти сорта можно рекомендовать для дальнейшего использования в селекции.

Литература

1. Бельшкіна М.Е., Гуреева Е.В. Содержание и качество жира в семенах сои северного экотипа. // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2020. – № 21 (184). – С. 15-23
2. Belyshkina, M.; Zagoruiko, M.; Mironov, D.; Bashmakov, I.; Rybalkin, D.; Romanovskaya, A. The Study of Possible Soybean Introduction into New Cultivation Regions Based on the Climate Change Analysis and the Agro-Ecological Testing of the Varieties. // *Agronomy*, 2023, 13, 610. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020610>
3. Наумкин В.Н., Ступин А.С., Лопачев Н.А. [и др.]. Адаптивное растениеводство. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань». – 2018. – 356 с.

4. Зайцева О.А., Симонов В.Ю., Дьяченко В.В. Селекционная оценка сортов сои по основным хозяйственно ценным признакам и свойствам в условиях юго-запада Центрального региона. //Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – №. 9. – С. 100-105.
5. Тевченков А.А., Федорова З.С., Сеничев Е.И. Урожайность сортов сои в Центральном Нечерноземье при использовании различных норм внесения регулятора роста. // Аграрный вестник Урала. – 2024. – Т. 24, № 1. – С. 22-31. – DOI 10.32417/1997-4868-2024-24-01-22-31.
6. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Трунова М.В. [и др.] Методика проведения агротехнических исследований в опытах с масличными культурами (Сообщение 1. Исследования в опытах с соей). // Масличные культуры. – 2023. – № 1(193). – С. 33-52. – DOI 10.25230/2412-608X-2023-1-193-33-52.
7. Зыкин В.А., Белан И.А., Юсов В.С., Корнева С.П. Методика расчета экологической пластичности сельскохозяйственных растений по дисциплине «Экологическая генетика». – Омск. – 2008. – 36 с.
8. Li M., Liu Y., Wang C. et al. Identification of traits contributing to high and stable yields in different soybean varieties across three Chinese latitudes. //Frontiers in plant science. – 2020. – Т. 10. – 1642 с.
9. Горлова Л.А., Бочкарева Э.Б., Сердюк В.В. [и др.] Экологическая пластичность и стабильность сортов рапса озимого в условиях центральной зоны Краснодарского края. // Масличные культуры. – 2020. – № 3 (183). – С. 45-50. – DOI 10.25230/2412-608X-2020-3-183-45-50.

References

1. Belyshkina M.E. Gureeva E.V. Content and quality of fat in northern ecotype soybean seeds. *Izvestiya sel'skokhozyaistvennoi nauki Tavridy*. 2020, no. 21(184), pp. 15-23 (In Russian)
2. Belyshkina, M.; Zagoruiko, M.; Mironov, D.; Bashmakov, I.; Rybalkin, D.; Romanovskaya, A. The Study of Possible Soybean Introduction into New Cultivation Regions Based on the Climate Change Analysis and the Agro-Ecological Testing of the Varieties. *Agronomy*, 2023, 13, 610. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020610>
3. Naumkin V. N., Stupin A. S., Lopachev N. A. [et al.]. *Adaptivnoe rastenievodstvo*, Sankt-Peterburg: "Lan" Publ., 2018, 356 p. (In Russian)
4. Beliauskaya L. The results of study of ecological stability and plasticity of Ukrainian soybean varieties. *Annals of Agrarian Science*, 2017, Vol. 15, no. 2, pp. 247-251.
5. Zaitseva O. A., Simonov V. Yu., D'yachenko V. V. Selection evaluation of soybean varieties for the main economically valuable traits and properties in the conditions of the southwest of the Central region. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2021, no. 9, pp. 100-105. (In Russian)
6. Lukomets V. M., Tishkov N. M., Trunova M. V. [et al.] Methodology for conducting agrotechnical research in experiments with oil crops (Message 1. Research in experiments with soybeans). *Maslichnye kul'tury*, 2023, no. 1(193), pp. 33-52, DOI 10.25230/2412-608X-2023-1-193-33-52. (In Russian)
7. Zykin V.A., Belan I.A., Yusov V.S., Korneva S.P. Methodology for calculating the ecological plasticity of agricultural plants in the discipline "Ecological Genetics".Omsk, 2008, 36 p. (In Russian)
8. Li M., Liu Y., Wang C. et al. Identification of traits contributing to high and stable yields in different soybean varieties across three Chinese latitudes . *Frontiers in plant science*, 2020, Vol. 10, pp. 1642.
9. Gorlova L.A., Bochkareva E.B., Serdyuk V.V. et al. Ecological plasticity and stability of winter rapeseed varieties in the conditions of the central zone of the Krasnodar Territory. *Maslichnye kul'tury*, 2020, no. 3 (183). pp. 45-50, DOI 10.25230/2412-608X-2020-3-183-45-50. (In Russian)