

7. Fumure azotee de nouvelles varietes de pommes de terre cultivees en Suisse, B. Dupuis [et al.], Rev. Suisse Agr., 2009, No. 4, T. 41, pp. 209-214.
8. Volovik A.S., Gusev S.A. Spravochnik kartofelevoda (Potato Guide), Pod red. B.A. Pisareva, M., Kolos, 1975, 288 p.
9. Fischer D., Lauten H. Dungeng zu Kartoffeln, Landw. Z. Rheinland, 1988, No. 9, T. 155, pp. 534-536.
10. Vecher, A.S., Goncharik M.N. Fiziologiya i biokhimiya kartofelya (Potato physiology and biochemistry), Nauka i tekhnika, 1973, No. 1, pp. 33.
11. Alpat'ev A.M. Obespechennost' vlagoi ovoshchnykh kul'tur i kartofelya na Srednem Urale (Water availability of vegetable crops and potatoes in the Middle Urals), Nauchnyi otchet VIR, M., OGIZ-Sel'khozgiz, 1945, pp. 90-108.
12. Barsukov A.S. Tip pochvy, sposoby i gustota posadki vliyayut na produktivnost' (Soil type, planting and planting density affect productivity), Kartofel' i ovoshchi, 2002, No. 3, pp. 25.
13. Chekmarov, P.P., Vladimirov V.P., Davletshin F.M.. Optimal'naya gustota posadki srednerannikh sortov kartofelya (Optimum planting density of mid-early potato varieties), Kartofel' i ovoshchi, 2006, No. 3, pp. 12-15.
14. Metodika issledovaniy po kul'ture kartofelya (Methods of research of potato), M., VASKhNIL, 1967, 263 p.
15. Metodika fiziologo-biokhicheskikh issledovaniy kartofelya (Methods of physiological and biochemical studies of potatoes), V.P. Kiryukhin [i dr.], M., NIIKKh, Gosagroprom, 1989, 141 p.
16. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (Field experiment), M., Agropromizdat, 1985, 351 p.

УДК 633.853.52 (571.12)

## ОЦЕНКА СОРТОВ СОИ ПО УРОЖАЙНОСТИ И ПАРАМЕТРАМ АДАПТИВНОСТИ В ЛЕСОСТЕПИ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

**А. Н. Созонова**, аспирант,

E-mail: yagovkina-anastasiya@mail.ru;

**А. С. Иваненко**, д-р с.-х. наук, профессор,

E-mail: ivanenkove@mail.ru,

ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья,

ул. Республики, 7, Тюмень, Россия, 625003

*Аннотация.* Приводится оценка урожайности и адаптивных свойств сортов сои по результатам их испытания в условиях северной лесостепи Тюменской области. Все сорта, по авторским описаниям, относятся к скороспелым, принадлежат к двум экологическим типам: северному – сорта из Европейской России: Касатка, Чера 1, Светлая, и сибирскому: Омская 4, СибНИИСХоз 6, Эльдорадо, Дина, Золотистая, СибНИИК 315, Краснообская. Изучали сорта, ориентируясь на методику государственного сортоиспытания и указания к полевым опытам Б.А. Доспехова. Норма высева 800 тыс. всхожих семян на 1 га, способ посева – сплошной рядовой. Почва – чернозём выщелоченный, маломощный, на тяжёлом суглинке. Участок высокоплодородный, перед посевом вносили методом врезания в почву 70 кг/га нитрофоски (НРК)<sub>16</sub>. По показателю стрессоустойчивости сорта сои разделились на две группы: стрессоустойчивые и неустойчивые. Первые были менее скороспелые, менее урожайные, с небольшим размахом колебания урожайности, коэффициентом вариации и высоким индексом стабильности. Во второй группе оказались сорта более скороспелые, более урожайные, с большим размахом колебания урожайности, коэффициентом вариации, низким индексом стабиль-

ности. Другие рассчитанные показатели подтвердили существенность разделения сортов по стрессоустойчивости. У первой группы сортов пониженная генетическая гибкость, повышенная стабильность. У второй группы стабильность пониженная, выше пластичность. Это дало возможность этим сортам использовать благоприятные условия 2018 г. и дать высокую урожайность семян. Высокостабильными следует признать сорта сои Касатка и Краснообская.

*Ключевые слова:* соя, урожайность, стрессоустойчивость, коэффициент вариации, индексы стабильности и пластичности.

**Введение.** Урожайность – это главное свойство сортов, по которому дают оценку для внедрения их в производство. Для этого новые сорта должны дать математически доказанную прибавку урожайности не менее 20 % к сорту – стандарту [1]. Урожайность – результат проявления всех их биологических признаков и свойств сортов в конкретных условиях года (среды), это результат проявления приспособительных (адаптивных) свойств сортов, их пластичности и стабильности [2, 3].

Многолетнее и всестороннее осмысление показателя урожайности, дало возможность путём разносторонней оценки понять и оценить многие глубинные свойства сортов, их адаптивность, стабильность, пластичность [4-6]. Для оценки этих свойств в разное время математики, селекционеры и генетики предложили большое количество показателей и методов их расчёта [7-10].

*Цель* нашей работы – оценить раннеспелые сорта сои по урожайности и параметрам адаптивности в северной лесостепи Тюменской области.

**Методика.** В 2016-2018 гг. мы изучали в западной части лесостепной зоны Тюменской области 10 скороспелых сортов сои с целью выявления наиболее подходящих для агроэкологических условий названной зоны. Полевые опыты ставили, придерживаясь рекомендаций Методики государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [1] и указаний к постановке полевых опытов Б.А. Доспехова [10]. Количество повторений - четыре, учётная площадь делянок 15 м<sup>2</sup>. Предшественник – картофель. Норма высева 800 тыс. всхожих семян на гектар. Срок посева – конец мая (18.05 - 25.05), когда почва прогревалась до 10-12°С, посев на глу-

бину 4-5 см. Сеяли сплошным рядовым способом с шириной междурядий 15 см сеялкой ССФК – 10, чтобы растения сои не ветвились и этим не затягивали вегетацию, быстро созревали. Убирали посевы в фазу полной спелости семян, которые были очищены и высушены. Урожай был взвешен и приведён к 100%-ной чистоте и 14%-ной влажности, подвергнут математической обработке дисперсионным методом [10]. Результаты учёта урожая использовались для расчёта показателей стабильности, пластичности и адаптивности сортов сои по методикам, предложенных их авторами [2-11].

**Результаты** расчётов представлены в таблице 1. Вначале мы определили *стрессоустойчивость* испытуемых сортов к действию неблагоприятных факторов среды [7].

Этот показатель оценивается по разности между минимальным и максимальным урожаем семян сортов ( $U_{\min}$  –  $U_{\max}$ ) и поэтому имеет отрицательную величину.  $U$  – это урожайность семян в т/га. По мнению автора метода, чем меньше разность, тем сорт более стрессоустойчив, то есть формирует неплохой урожай в разных условиях среды.

Оказалось, что наши сорта по стрессоустойчивости чётко разделились на две группы: *первая* – с небольшим размахом между минимальной и максимальной урожайности – 0,22-0,76 т/га, то есть с высокой стрессоустойчивостью: Омская 4, СибНИИСХоз 6, Дина, Золотистая (все сибирской сорта) и Светлая (сорт из Рязани); *вторая* – со значительным размахом урожайности – от 1,16 до 1,87 т/га, то есть с низкой стрессоустойчивостью: Касатка и Чера 1 из Европейской России и Краснообская, СибНИИК 315 и Эльдорадо – сибирские сорта.

Таблица 1

Урожайность и показатели стабильности и пластичности сортов сои, 2016-2018 гг.

Сорт	Средняя урожайность семян, т/га	Вегетационный период, суток	Стрессоустойчивость, т/га	Коэффициент вариации, %	Индекс стабильности	Пластичность, $b_i$	Стабильность, $\sigma^2$
1-я группа – менее скороспелые							
Омская 4	1,57	102	-0,22	6,7	2,3	0,19	0,55
СибНИИСХоз 6	1,86	100	-0,30	8,3	2,2	0,28	0,25
Дина	1,84	101	-0,25	6,4	2,9	0,26	0,04
Золотистая	1,96	100	-0,76	22,9	0,8	0,80	0,58
Светлая	1,67	106	-0,54	16,6	1,1	0,41	8,76
2-я группа – более скороспелые							
Касатка	2,18	92	-1,16	22,5	0,9	1,14	0,43
Краснообская	2,22	95	-1,37	37,2	0,6	1,41	0,32
СибНИИК 315	2,30	97	-1,38	35,0	0,6	2,69	54,49
Эльдорадо	2,03	101	-1,18	37,2	5,6	1,03	16,67
Чера 1	2,43	95	-1,87	46,8	0,5	1,79	26,48

В первую группу попали все более позднеспелые сорта, с вегетационным периодом 100 и более суток, во вторую группу – наиболее скороспелые, с вегетационным периодом менее 100 суток, кроме сорта Эльдорадо с длиной этого периода 101 сутки (разница незначительная).

Оказалось, что в первую группу стрессоустойчивых попали менее урожайные сорта со средней урожайностью 1,79 т/га, во вторую – более урожайные сорта со средней урожайностью 2,03 т/га.

Другие показатели подтвердили существование такого деления сортов по стрессоустойчивости.

*Генетическая гибкость* сортов [11] характеризует степень соответствия генотипа и факторов среды. Она оценивается по средней урожайности сортов в разных условиях, которая высчитывается по формуле  $(U_{\min} + U_{\max}) \div 2$ . Сорта первой стрессоустойчивой группы показали пониженную генетическую гибкость, а второй группы – повышенную. Это и дало возможность им сформировать более высокую урожайность в более благоприятном 2018 году.

*Коэффициент вариации* [10] у сортов второй группы был очень высоким, все эти сорта характеризовались высокой изменчивостью урожайности – более 30 %. У сортов

первой группы изменчивость урожайности была слабой (менее 10 %) у сортов СибНИИСХоз 6, Омская 4, Дина, средней – у Светлой, сильной – у сорта Золотистая (табл. 1), значит сорта обладали низкой стабильностью. Группа менее скороспелых сортов оказалась более стабильной, поэтому она не смогла в полной мере использовать природные условия для формирования урожайности в благоприятном 2018 г.

*Индекс стабильности* [7] сортов рассчитывается делением средней урожайности на коэффициент вариации. Считается, что чем он выше, тем стабильнее сорт. Судя по сведениям, представленным в таблице 1, группа менее скороспелых сортов имеет высокий индекс стабильности, кроме сорта Золотистая, а группа более скороспелых сортов имела низкий индекс стабильности, кроме с. Эльдорадо.

В заключение мы провели расчёты по методике Eberhart S.A., Russell W.A. [9] для определения *пластичности* ( $b_i$ ) и *стабильности* ( $\sigma^2$ ). Считается, что ценнее сорта, у которых индекс пластичности  $b_i > 1$ . Этому требованию удовлетворяют все сорта второй группы стрессоустойчивости – у них  $b_i > 1$ .

Сорта, у которых индекс стабильности  $\sigma^2$  стремится к нулю (более близок к 0), считаются более стабильными. К ним отно-

сятся все сорта первой группы стрессоустойчивости и два сорта из второй группы – Касатка и Краснообская.

Чтобы выделить перспективный исходный материал для селекции в лесостепи Западной Сибири, был проведён расчёт коэффициента линейной регрессии (табл. 1).

Коэффициент линейной регрессии урожайности сортов ( $b_i$ ) показывает их реакцию на улучшение условий выращивания. Он может принимать значения больше или меньше 1, а также быть равным 1. Если  $b_i > 1$ , данный сорт обладает большей отзывчивостью. Если  $b_i < 1$ , сорт реагирует слабее на изменения условий среды, чем в среднем весь набор изучаемых сортов.

В наших исследованиях, наиболее отзывчивыми на улучшение условий выращивания в условиях Тюменской области, а значит более пластичными, оказались следующие сорта сои: Эльдorado ( $b_i = 1,03$ ), Касатка ( $b_i = 1,14$ ), Краснообская ( $b_i = 1,41$ ), Чера 1 ( $b_i = 1,79$ ), СибНИИК 315 ( $b_i = 2,69$ ).

Eberhart S.A., Russell W.A. считают, что наиболее ценными следует считать те сорта,

у которых  $b_i > 1$ ,  $\sigma d^2 \leq 1$ . Эти сорта можно считать высокостабильными. Из наших сортов к таким можно отнести сорта Касатка ( $b_i = 1,14$ ,  $\sigma d^2 = 0,43$ ) и Краснообская ( $b_i = 1,41$ ,  $\sigma d^2 = 0,32$ ).

**Выводы.** Мы оценили свои сорта по пяти показателям адаптивности. Следует отметить, что оценка сортов по разным показателям совпадает.

По показателям пластичности лучшими следует признать сорта Касатка, Краснообская, СибНИИК 315, Эльдorado, Чера 1. По показателям стабильности лучшими можно назвать сорта Омская 4, СибНИИСХоз 6, Дина, Золотистая, Касатка и Краснообская. Высокостабильными следует признать сорта сои Касатка и Краснообская.

Таким образом, оценивая урожайность сортов с помощью математико-статистических методов, разработанных в основном российскими биологами, действительно можно дать комплексную оценку признаков и свойств сортов любой сельскохозяйственной культуры, в том числе и сои.

#### Литература

1. Методика государственного испытания сельскохозяйственных культур. М.: Сельхозиздат, 1963. 196 с.
2. Катюк А.Н., Зубков В.В. Оценка адаптивности сортов сои разных агроэкоотипов // Известия Самарского НЦ РАН. 2014. № 5. С. 1140-1142.
3. Зубков В.В. Мордвинцев М.П. Адаптивная селекция сои для условий Поволжья и ее результаты // Известия Самарского НЦ РАН. Специальный выпуск. 2008. С. 56-62.
4. Демьянова-Рой Г.Б., Борцова Е.Б. Оценка адаптивных свойств сортов сои на дерново-подзолистых почвах Костромской области // Естественные и технические науки. 2012. № 1. С. 113-116.
5. Finlay K.W., Wilkinson Z.H. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme // Aust. F. Agril. Rus. 1964. № 4. P. 742-754.
6. Mak. Rey G. Ecological adaptation of the yield structure in cereals // Separata de melioramento. 1968/69. № 21. P. 343-363.
7. Пакудин В.З. Оценка экологической пластичности сортов // Генетический анализ количественных и качественных признаков с помощью математико-статистических методов. М.: ВНИИТЭИСХ, 1979. С. 40-44.
8. Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. 1984. № 4. С. 109-113.
9. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Science. 1966. Vol. 6. № 1. P. 36-40.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 351 с.
11. Экологическая пластичность сельскохозяйственных растений / В.А. Зыкин [и др.]. Уфа, 2011. 97 с.

## EVALUATION OF PRODUCTIVITY AND ADAPTABILITY OF SOYBEAN VARIETIES IN THE FOREST-STEPPE OF THE TYUMEN REGION

**A. N. Sazonova**, graduate student,  
E-mail: [yagovkina-anastasiya@mail.ru](mailto:yagovkina-anastasiya@mail.ru);  
**A. C. Ivanenko**, Dr. Agr. Sci., Professor,  
E-mail: [ivanenkove@mail.ru](mailto:ivanenkove@mail.ru),  
State Agrarian University of Northern Zauralye  
7, Republic st., Tyumen, Russia, 625003

### ABSTRACT

The estimation of yield and adaptive properties of soybean varieties on the results of their testing in the Northern forest-steppe of the Tyumen region has been performed. All varieties, according to the author's descriptions are early ripe and belong to two ecological types: Northern – varieties from European Russia: Kasatka, Chera 1, Svatlaya, and Siberian: Omsk 4, Sibniiskhoz 6, Eldorado, Dina, Zolotoy, Sibniik 315, Krasnoobskaya. The methodology of state variety testing and guidance to field experiments by B. A. Dospikhov was employed in the study. The seeding rate is 800 thousand germinating seeds per hectare, the employed method of sowing is a continuous ordinary. The soil type is low-power, heavy loamy soil-leached Chernozem. The site is highly fertile. The pre-sowing treatment included introduction of Nitrophoska (NPK) 16 in amount of 70 kg / ha. In terms of stress resistance, soybean varieties were divided into two groups: stress-resistant and unstable. The first group includes not early ripe less productive varieties, with a small scale of yield fluctuations, coefficient of variation and a high stability index. In the second group there were earlier more productive varieties, with a large scale of yield fluctuations, coefficient of variation, low stability index. Other calculated indicators confirmed the significance of the separation of varieties by stress resistance. The first group of varieties exhibited reduced genetic flexibility and increased stability. The second group exhibited reduced stability and higher plasticity. This made it possible for these varieties to use the favorable conditions of 2018 and give a high yield of seeds. The soybean varieties Kasatka and Krasnoobskaya were observed to have the highest stability.

*Key words: soybean, yield, stress resistance, coefficient of variation, indices of stability and plasticity.*

### Reference

1. Metodika gosudarstvennogo ispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur (Methods of state testing of agricultural crops), M., Sel'khozizdat, 1963, 196 p.
2. Katyuk A.N., Zubkov V.V. Otsenka adaptivnosti sortov soi raznykh agroekotipov (Evaluation of adaptability of soybean varieties of different agroaction), Izvesti Samarskogo NTs RAN, 2014, No. 5, pp. 1140-1142.
3. Zubkov V.V. Mordvintsev M.P. Adaptivnaya selektsiya soi dlya uslovii Povolzh'ya i ee rezul'taty (Adaptive selection of soy for the conditions of the Volga and its results), Izvestiya Samarskogo NTs RAN, Spetsial'nyi vypusk, 2008, pp. 56-62.
4. Dem'yanova-Roi G.B., Bortsova E.B. Otsenka adaptivnykh svoistv sortov soi na dernovo-podzolistykh pochvakh Kostromskoi oblasti (Assessment of adaptive properties of soybean varieties on sod-podzolic soils of Kostroma region), Estestvennye i tekhnicheskie nauki, 2012, No. 1, pp. 113-116.
5. Finlay K.W., Wilkinson Z.H. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme, Aust. F. Agril. Rus., 1964, No. 4, pp. 742-754.
6. Mak. Rey G. Ecological adaptation of the yield structure in cereals, Separata de melioramento, 1968/69, No. 21, pp. 343-363.

7. Pakudin V.Z. Otsenka ekologicheskoi plastichnosti sortov (Evaluation of ecological plasticity of varieties), Geneticheskiy analiz kolichestvennykh i kachestvennykh priznakov s pomoshch'yu matematiko-statisticheskikh metodov, M., VNIITEISKh, 1979, pp. 40-44.
8. Pakudin V.Z., Lopatina L.M. Otsenka ekologicheskoi plastichnosti i stabil'nosti sortov sel'skokhozyaistvennykh kul'tur (Assessment of ecological plasticity and stability of crop varieties), Sel'skokhozyaistvennaya biologiya, 1984, No. 4, pp. 109-113.
9. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties, Crop Science, 1966, Vol. 6, No. 1, pp. 36-40.
10. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta (Methods of field experience), M., Kolos, 1985, 351 p.
11. Ekologicheskaya plastichnost' sel'skokhozyaistvennykh rastenii (Ecological plasticity of agricultural plants), V.A. Zykin [i dr.], Ufa, 2011, 97 p.

УДК 633.1:57.045:470 (51)

## **ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

**Н. Г. Туктарова**, канд. с.-х. наук,  
Удмуртский ФИЦ УрО РАН (структурное подразделение Удмуртский НИИСХ),  
ул. Ленина, 1, с. Первомайский, Завьяловский район,  
Удмуртская Республика, Россия, 427007  
E-mail: [ugniish-nauka@yandex.ru](mailto:ugniish-nauka@yandex.ru)

*Аннотация.* Сельскохозяйственное производство в значительной степени зависит от погодно-климатических условий. Поэтому при возделывании зерновых культур необходимо максимально учитывать их особенности и, по возможности, избегать негативного их воздействия на растения. В статье изложены основные факторы, оказывающие влияние на перезимовку и урожайность озимых зерновых культур в условиях Удмуртской Республики. Анализ климатических условий показал, что за последние 50 лет в целом среднегодовая температура воздуха в республике по северному агроклиматическому району повысилась на 0,7 °С, по центральному – на 1,5 °С, южному – на 0,4 °С, среднегодовое количество осадков при этом увеличилось в северной и южной зоне на 116 мм (26 %), в центральной – на 58 мм (11 %). Эти изменения оказывают существенное влияние на состояние посевов озимых зерновых культур как в период вегетации, так и в период покоя зимой. С увеличением количества осадков и потеплением климата в осенний и зимний периоды посевы озимых культур в большей степени стали поражаться снежной плесенью и склеротиниозом. Смягчить опасность природно-климатической уязвимости посевов в период зимовки возможно за счет соблюдения оптимальных сроков посева. Срок посева озимых в Удмуртской Республике должен быть перенесён на более поздний период (на 7-10 дней) по сравнению с рекомендациями, данными в 1970-1980 гг. Обязательным элементом технологии возделывания озимых зерновых культур должна быть защита посевов от болезней выпревания.

*Ключевые слова:* озимые зерновые культуры, изменение климата, температура воздуха, осадки, срок посева, урожайность.