

Научная статья

УДК 633.358

doi: 10.34655/bgsha.2021.65.4.004

ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКА В ЗЕРНЕ СОИ В СУХОЙ СТЕПИ ЮГА СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Алексей Николаевич Кадычegov¹, Валерий Николаевич Муртаев², Валентина Ивановна Кадычegovа³

^{1,2,3}Хакасский государственный университет имени Н.Ф. Катанова, Абакан, Россия

¹kadychegov@mail.ru

²valera.murtaev@mail.ru

Аннотация. Приведены результаты исследования влияния фактора «год» на изменчивость содержания белка в зерне сои и его выход с единицы посева у сортов сибирской селекции. Основной вклад на формирование содержания белка в зерне оказал фактор «год» – 82 %. В 2019 году содержание белка в зерне сои было более 6% больше, чем в 2018 и 2020 гг. соответственно. Сортовые различия только на 16% определяли содержание белка. По результатам трёх лет экологического испытания наибольшее содержание белка отмечено у сортов СибНИИК 315 и Сибириада. Соответственно, содержание белка в зерне было у данных сортов 36,07 и 35,73%. Отмечены различия по содержанию белка в зерне у сортов в пределах около 6%. В целом, по опыту сорта сибирской селекции (7 сортов и 3 года) имели среднее содержание белка в зерне 32,70%, что может служить базовым уровнем оценки потенциала содержания показателя в сухой степи на каштановых почвах юга Средней Сибири. Практический интерес представляют результаты выхода белка с га посева. Показатель «выход белка» зависит от процента белка в зерне урожайности сорта. В 2018 году выход белка с га посева в среднем по 7 сортам составил 0,41 т/га, что на 0,05 и 0,06 т/га больше, чем в 2019 и 2020 годах соответственно. Вклад фактора «год» в общую изменчивость составил 40%, что указывает на высокую зависимость показателя от погодных условий. По выходу белка существенных различий между сортами не отмечено ($F_{ф} < F_{05}$). Вклад взаимодействия факторов год × сорт составил 46%, что позволяет определить специфическую реакцию сорта по выходу белка в годы исследования. Наиболее высокое содержание белка в зерне за три года исследования отмечено у сортов СибНИИК 315 и Сибириада. По выходу белка существенных различий между сортами не отмечено. Возделывание сои в условиях юга Средней Сибири позволяет получить от 0,32 до 0,40 т/га белка.

Ключевые слова: сорт, соя, содержание белка, дисперсионный анализ, изменчивость, погодные условия, юг Средней Сибири.

VARIABILITY OF PROTEIN CONTENT IN SOYBEAN GRAINS IN THE DRY STEPPE OF THE SOUTH PART OF CENTRAL SIBERIA

Alexey N. Kadychegov¹, Valery N. Murtaev², Valentina I. Kadychegova³

^{1,2,3}Khakas State University named after N. F. Katanov, Abakan, Russia

¹kadychegov@mail.ru

²valera.murtaev@mail.ru

Abstract. *The results of the study of the influence of the “year” factor on the variability of the protein content in soybean grain and its yield from the seeding unit in Siberian varieties are presented. The main contribution to the formation of the protein content in the grain was made by the “year” factor – 82 %. In 2019, the protein content of soybean grains was 6% higher than in 2018 and 2020, respectively. Varietal differences determined the protein content by only 16%. According to the results of three year environmental testing, the highest protein content was observed in the varieties SibNIIK 315 and Sibiriada. The protein content in the grain of these varieties was 36.07% and 35.73%, respectively. There were differences in the protein content in the grain of the varieties in the range of about 6%. In general, according to the experience, the varieties of Siberian breeding (7 varieties and 3 years) had an average protein content of 32.70% in grain, which can serve as a basic level for potential assessment of the indicator content in the dry steppe on chestnut soils of the south of Central Siberia. The results of protein yield from one ha of seeding are of practical interest. The indicator “protein yield” depends on the percentage of protein in the grain yield of the variety. In 2018, the average yield of protein per ha of seeding of 7 varieties was 0.41 t / ha, which is 0.05 and 0.06 t / ha more than in 2019 and 2020, respectively. The contribution of the “year” factor to the general variability was 40%, which indicates a high dependence of the indicator on weather condition. There were no significant differences in protein yield between the varieties ($F_{\phi} < F_{05}$). The contribution of the interaction of factors “year x variety” was 46%, which allows to determine the specific reaction of the variety in protein yield during the study years. The highest protein content in the grain during three years of the study was observed in the varieties SibNIIK 315 and Sibiriada. There were no significant differences in protein yield between the varieties. Soybean cultivation in the south of Central Siberia allows to get from 0.32 to 0.40 t / ha of protein.*

Keywords: variety, soybean, protein content, dispersion analysis, variability, weather condition, the South part of Central Siberia.

Введение. Пищевые бобовые удовлетворяют основные потребности человека в питании, обеспечивая белками, углеводами, минералами и витаминами, а также несколькими вторичными метаболитами, обладающими антиоксидантной активностью. Они также содержат множество незаменимых аминокислот, которые могут значительно повысить иммунитет человека [1, 2].

Соя универсальная культура. Она имеет продовольственное, кормовое и техническое значение благодаря богатому и разнообразному химическому составу: 37-42% белка, 19-22% масла, до 30% углеводов, аминокислоты, макро- и микроэлементы, витамины. Она накаплива-

ет в почве 40-60 кг/га азота и поэтому является хорошим предшественником зерновых и других не бобовых культур [3].

Сорт является генетической первоосновой высоких урожаев и качества получаемой продукции. Ни одна технология, даже самая совершенная, не сможет дать полной отдачи, если не будет правильно подобран сорт для конкретной почвенно-климатической зоны [4].

Для условий сухой степи юга Средней Сибири наиболее адаптированы сорта сибирского экотипа.

Сорта сои северного экотипа характеризуются высоким содержанием в семенах белка – 39,6-42,2%. В составе белка сои преобладает водорастворимая

фракция, на долю которой приходится до 83%. Белок сои северного экотипа характеризуется высоким содержанием суммы незаменимых аминокислот – 60-68%, лизина – 7,8-8,1%, триптофана – 4,7-4,9% и др. [5].

На содержание в зерне сои как белка, так и жира, в основном, оказывают влияние условия выращивания. Но и доля вклада генотипа в содержание в зерне белка достоверно высокая [6]. Выявлено, что содержание белка в зерне сои и его сбор с гектара в большей мере определялось условиями года [7].

Целью проведенных исследований являлось изучение индивидуальной реакции сортов сои сибирской селекции на условия выращивания в сухой степи юга Средней Сибири.

Условия и методы исследования. Опыты закладывались в сухой степи юга Средней Сибири, где сумма положительных температур выше 10°C колеблется в пределах 1807°C. В районе исследований количество осадков в вегетационный период культуры (май – сентябрь) составило в 2018 году 325,1 мм, 2019 г. – 295,3 мм и 2020 г. – 337,2 мм. В 2018 году в

период созревания семян сои выпало 187,6 мм осадков, что затруднило уборку культуры. Потребовалась сушка семян до снижения влажности 14%.

Почвенный покров опытного участка представлен темно-каштановыми почвами среднего механического состава. Содержание гумуса около 3%. Объектами исследования служили сорта СибНИИК 315, Заряница, Сентябряна, СибНИИК 9, Сибирячка, Сибириада и СибНИИСХоз 6. Предшественник – пар.

Посев проведен ручной сеялкой РС-1М с нормой высева 1,0 млн всх. зёрен на га во второй декаде мая. Уборка – во второй декаде сентября. Содержание белка в зерне сои определяли в ФГБУ ГСАС «Хакасская».

Дисперсионный анализ цифрового материала – по методике Б.А. Доспехова [8] с помощью пакета программ FieldExpert О.И. Акимова [9].

Результаты исследования. Основной вклад в формировании содержания белка в зерне оказал фактор «год» – 82% (рис. 1). В 2019 году содержание белка в зерне сои было больше, чем в 2018 и 2020 гг. соответственно (табл. 1).

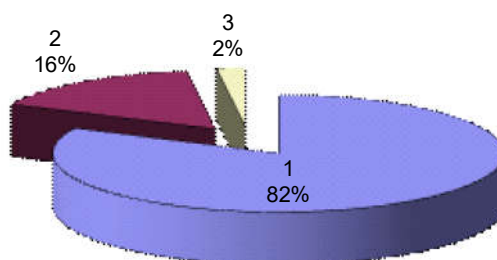


Рисунок 1. Вклад факторов в изменчивость содержания белка, %
1 – «год»; 2 – «сорт»; 3 – взаимодействие «год x сорт»

Сортные различия только на 16% определяли содержание белка. По результатам трёх лет экологического испытания наибольшее содержание белка отмечено у сортов СибНИИК 315 и Сибириада. Соответственно, содержание белка в зерне было у данных сортов 36,07 и 35,73%.

Отмечены различия по содержанию белка в зерне у сортов около 6%. Так, сорт Заряница имел средний показатель

за 3 испытания 30,32%, что на 5,75% и 5,41% меньше, чем у сортов СибНИИК 315 и Сибириада.

В целом, по опыту сорта сибирской селекции (7 сортов и 3 года) имели среднее содержание белка в зерне 32,70%, что может служить базовым уровнем оценки потенциала содержания показателя в сухой степи на каштановых почвах юга Средней Сибири (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание белка в зернах сои, %

Сорт	Год			Среднее
	2018	2019	2020	
СибНИИК 315	35,21	40,94	32,07	36,07
Заряница	28,3	33,0	29,68	30,32
Сентябрина	27,6	35,63	28,41	30,55
СибНИИК 9	31,20	36,69	29,32	32,40
Сибирячка	29,62	35,46	31,0	32,02
Сибириада	34,41	39,56	33,24	35,73
СибНИИСХ 6	29,65	35,23	30,56	31,81
Среднее	30,85	36,64	30,61	32,70

НСР₀₅ фактор «год» – 0,15 %; фактор «сорт» – 0,23 %; взаимодействие «год x сорт» – 0,10%.

Практический интерес представляют результаты выхода белка с га посева (табл. 2).

Таблица 2 – Выход белка, т/га

Сорт	Год			Среднее
	2018	2019	2020	
СибНИИК 315	0,51	0,34	0,31	0,39
Заряница	0,43	0,28	0,39	0,37
Сентябрина	0,41	0,39	0,40	0,40
СибНИИК 9	0,41	0,41	0,36	0,39
Сибирячка	0,34	0,33	0,36	0,34
Сибириада	0,34	0,30	0,32	0,32
СибНИИСХоз 6	0,45	0,32	0,34	0,37
Среднее	0,41	0,34	0,35	0,37

НСР₀₅ фактор «год» – 0,03т/га; взаимодействие «год x сорт» – 0,01т/га.

В 2018 году выход белка с га посева, в среднем, по 7 сортам составил 0,41 т/га, что на 0,05 и 0,06 т/га больше, чем в 2019 и 2020 годах, соответственно. Вклад фактора 2 «год» в общую изменчивость составил 40%, что указывает на высокую зависимость показателя от погодных условий лет опыта (рис. 2).

По выходу белка существенных различий между сортами не отмечено ($F_f < F_{05}$).

Вклад взаимодействия факторов год x сорт составил 46%, что позволяет определить специфическую реакцию сорта по выходу белка в годы исследования.

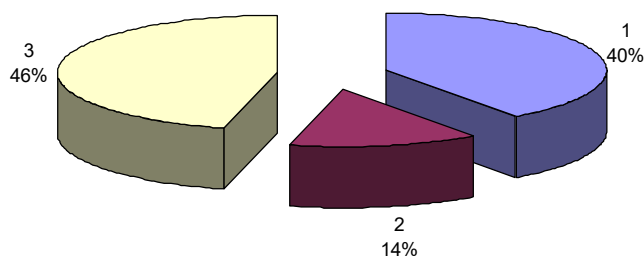


Рисунок 2. Вклад факторов в изменчивость выхода белка, т/га
1 – «год»; 2 – «сорт»; 3 – взаимодействие «год x сорт».

Как указывалось выше, даже в 2018 году, где в целом по опыту выход белка был выше, чем 2019 и 2020 гг., сорта Сибирячка и Сибириада существенных различий по выходу белка не имели. Сравнивая 2019 и 2018 гг., можно отметить, что сорт СибНИИК 9 имел более высокий выход белка в 2019 году, сорта Заряница – в 2020 году.

Выводы: 1. Доминирующий вклад в общую изменчивость содержания белка в зерне сои вносил фактор «год», что указывает на варьирование признака в различных погодных условиях. Выход белка с единицы площади зависел на 40% от погодных условий и на 46% – от взаимодействия «год x сорт».

2. Наиболее высокое содержание белка в зерне за три года исследования отмечено у сортов СибНИИК 315 и Сибириада. По выходу белка существенных различий между сортами не отмечено.

3. Возделывание сои в условиях юга Средней Сибири позволяет получить от 0,32 до 0,40 т/га белка.

Список источников

1. Devi Jyoti; Sanwal Satish K.; Koley Tanmay Kumar with co-authors. Variations in the total phenolics and antioxidant activities among garden pea (*Pisum sativum* L.) genotypes differing for maturity duration, seed and flower traits and their association with the yield // *Scientia horticulturae*. 2019.V. 244. Pp. 141- 150.

2. Zhai Tao; Hu Shengde. Soybean Nutrition and Economic Benefit of Grain Production Scale in Heilongjiang // *Latin American Archives of Nutrition*. 2019. Vol.69. № 2. Pp.51-60

3. Беседин Н.В., Соколова И.А. Значение зернобобовых культур на примере сои в современных системах земледелия // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2010. № 8 (70). С. 16-19.

4. Шмаль В.В. Новое в сортовых ресурсах зерновых, зернобобовых и крупяных культур на 2009 год // *Зерновое хозяйство России*. 2009. № 3. С. 16-21.

5. Оценка качества семян разных сортов сои северного экотипа с целью их рационального использования [Текст] / С.В. Золотарёв [и др.] // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*.

2012. № 1 (87). С. 8-14.

6. Урожайность и качество зерна сортов сои в условиях южной лесостепи Западной Сибири / Л.В. Омелянюк, О.А. Юсова, Г.Я. Козлова, А.М. Асанов // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2013. № 11 (109). С. 26-29.

7. Озякова Е.Н., Поползухина Н.А. Урожайность и качество зерна сои в зависимости от действия абиотических факторов и генотипических особенностей // *Омский научный вестник*. 2014. № 2 (134). С. 213-217.

8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. 352 с.

9. Акимова О.И., Акимов Д.Н. Использование статистических методов обработки опытных данных при выполнении студенческих научных работ // *Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова*. 2016. № 18. С. 76 - 78.

References

1. Devi Jyoti; Sanwal Satish K.; Koley Tanmay Kumar with co-authors. Variations in the total phenolics and antioxidant activities among garden pea (*Pisum sativum* L.) genotypes differing for maturity duration, seed and flower traits and their association with the yield. *Scientia horticulturae*. 2019;244:141-150.

2. Zhai Tao, Hu Shengde. Soybean Nutrition and Economic Benefit of Grain Production Scale in Heilongjiang. *Latin American Archives of Nutrition*. 2019;69 (2):51-60.

3. Besedin N.V. The importance of leguminous crops on the example of soybeans in modern farming systems. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2010;8(70):16-19 (In Russ.).

4. Shmal V.V. New in varietal resources of grain, legumes and cereals for 2009 y. *Zernovoye khozyaystvo Rossii*. 2009;3:16-21 (In Russ.).

5. Zolotaryov S.V. et al. Assessment of the seeds quality of different varieties of soybeans of the northern ecotype for the purpose of their rational use. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2012;1(87):8-14 (In Russ.).

6. Omelanyuk L.V., Yusova O.A., Kozlova G.Ya., Asanov A.M. Yield and grain quality of soybean varieties in the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2013;11(109):26-29 (In Russ.).

7. Ozyakova E.N., Popolzukhina N.A. Yield and quality of soybean grain depending on the action of abiotic factors and genotypic features. *Omsk Scientific Bulletin* 2014;2(134):213-217 (In Russ.).

8. Dospheov B.A. Method of the field experiment. Moscow. Agropromizdat. 1985. 352 p. (In Russ.).

9. Akimova O.I., Akimov D.N. The use of statistical methods of processing the experimental data in student research papers. *Vestnik Khakasskogo gosudarstvennogo universiteta im. N. F. Katanova* . 2016;18:76-78 (In Russ.).

Информация об авторах

Алексей Николаевич Кадычegov – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой агрономии;

Валерий Николаевич Муртаев – аспирант;

Валентина Ивановна Кадычegova – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии.

Information about the authors

Alexey N. Kadychegov – Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, Head of the Agronomy Chair;

Valery N. Murtaev– postgraduate student;

Valentina I. Kadychegov - Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, Agronomy Chair.

Статья поступила в редакцию 04.10.2021; одобрена после рецензирования 12.11.2021; принята к публикации 26.11.2021.

The article was submitted 04.10.2021; approved after reviewing 12.11.2021; accepted for publication 26.11.2021.