

2014;34(2):297-310. DOI: 10.1007/s11032-014-0034-2.

12. Petr F.C., Frey K.J. Genotypic correlations, dominance and heritability of quantitative characters in oats. *Crop Science*. 1966. V.6. P.259-262.

13. Sadeque A., Turner M.A. QTL analysis of plant height in hexaploid wheat doubled

haploid population. *Thai J. Agric. Sci.* 2010; 43:91-96.

14. Yang F.P., Zhang X.K., Xia X.C., Laurie D.A., Yang W.X., He Z.H. Distribution of the photoperiod insensitive *Ppd-D1a* allele in Chinese wheat cultivars. *Euphytica*. 2009 V. 165 pp. 445-483.

УДК 633.853.52 (571.1)

DOI: 10.34655/bgsha.2020.60.3.008

В.В. Чибис, А.М. Асанов, С.П. Чибис

ВКЛЮЧЕНИЕ БОБОВОГО КОМПОНЕНТА В ПОЛЕВЫЕ СЕВООБОРОТЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Ключевые слова: севооборот, гумус, засоренность, соя, белок в зерне, урожайность зерна.

В настоящее время вопрос об оптимизации структуры использования сельскохозяйственных угодий посредством включения бобовых культур особенно актуален как никогда. Данная проблематика объясняется стабильным ростом посевных площадей этих культур, особенно сои в регионах Российской Федерации. Изучали посеvy полевых культур и их продуктивность в многолетних полевых опытах. Сопутствующие учеты и наблюдения за севооборотами в зоне южной лесостепи Западной Сибири проводили с использованием методики государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и методическими указаниями Б.А. Доспехова. Определение показателей качества зерна сои по ГОСТ Р 53600-2009. Семена масличные, жмыхи и шроты. Метод определения белка; ГОСТ ISO 5983-2-2016 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение массовой доли азота и вычисление массовой доли сырого протеина. В посевах использовали сорт сои Сибирячка. Опытным путем доказано, что максимальное накопление гумуса обеспечивают севообороты с плодосменным чередованием. При использовании чистого пара в ротации продуктивность всего севооборота возрастает до 2,36 т/га с содержанием кормовых единиц в 3,87 т/га. Плодосменные севообороты отличаются друг от друга по продуктивности, однако включение в схему масличной культуры позволило сбалансировать содержание кормовых единиц. Чередование культур и место сои в севооборотах существенно влияли на ее урожайность. Накопление белка не зависит от ротации и набора предшественников. Полученные результаты свидетельствуют о возможности применения изученных схем севооборотов для возделывания сои в целях повышения урожайности этой культуры в хозяйствах региона.

V. Chibis, A. Asanov, S. Chibis

INCLUSION OF BEAN COMPONENT IN FIELD CROP ROTATIONS IN WESTERN SIBERIA

Keywords: crop rotation, humus, contamination, soybeans, protein in grain, productivity of grain.

At present, the issue of optimizing the use of agricultural land through the inclusion of legumes is more relevant than ever. This problem is explained by the steady growth of the sown areas of these crops, especially soybeans in the regions of the Russian Federation. Field crops and their productivity were studied in many years of field experiments. Accompanying measurements and

observations of crop rotations in the southern forest steppe zone of Western Siberia were carried out using the method of state crop testing and methodological instructions of B.A. Dosphehov. Determination of soybean grain quality indicators as per GOST R 53600-2009. Oilseeds. Method of definition of protein; State standard specification ISO 5983-2-2016 Stern, compound feeds, formula-feed raw materials. Determination of the mass fraction of nitrogen and calculation of the mass fraction of the crude protein. Siberian soybean variety was used in crops. By experimental means it has been proved that the maximum accumulation of humus provides crop rotations with rotation of roots. Using pure steam in rotation, the productivity of the whole crop rotation increases to 2.36 t/ha with a feed unit content of 3.87 t/ha. Crop rotations formed on the principle of root rotation differ from each other in productivity, but inclusion of oil culture in the scheme allowed to balance the content of feed units. The rotation of crops and the place of soybean in crop turns significantly affected its yield. Protein accumulation is independent of rotation and precursor set. The results indicate the possibility of using the studied crop rotation schemes for soybean cultivation to increase the yield of this crop in the farms of the region.

^{1,2}**Чибис Валерий Викторович**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, лаборатории ресурсосберегающих технологий; доцент кафедры Агрономии, селекции и семеноводства; e-mail: vv.chibis@omgau.org

Valeriy V. Chibis, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of Resource Saving Technologies Laboratory; Associate Professor of the Agronomy, Breeding and Seed Production Chair; e-mail: vv.chibis@omgau.org

¹**Асанов Акимбек Мырзаевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции зернобобовых культур; e-mail: akimbek-asanov@rambler.ru

Akimbek M. Asanov, Candidate of Agricultural Sciences, Head of Leguminous Crop Selection Laboratory; e-mail: akimbek-asanov@rambler.ru

²**Чибис Светлана Петровна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры Садоводства, лесного хозяйства и защиты растений; e-mail: sp.chibis@omgau.org

Svetlana P. Chibis, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Horticulture, Forestry and Plant Protection Chair; e-mail: sp.chibis@omgau.org

¹ФГБНУ «Омский АНЦ»; Омск, Российская Федерация
Omsk Agrarian Research Center; Omsk, Russia

²ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина»; Омск, Российская Федерация

Omsk State Agrarian University named by P. A. Stolypin; Omsk, Russia

Введение. Сельскохозяйственные предприятия как элементы сложной взаимосвязанной производственной, экономической, социальной, экологической системы должны постоянно находиться в состоянии устойчивого развития, одновременно обеспечивать экологическую безопасность при возделывании культур. При длительной эксплуатации пашни важно использовать все возможности быстрого восстановления структуры и сбалансированности искусственной экосистемы.

Управление механизмами восстановления экосистем и конструирования антропогенных растительных сообществ с заданными свойствами является актуальным вопросом для исследований [11].

Глубокое знание законов, детальное изучение экосистемных принципов организации севооборотов и агроландшафтных комплексов позволит направлять восстановительные процессы в сторону стабилизации продуктивности сельскохозяйственных угодий [12].

Сельское хозяйство наряду с повышением продуктивности должно иметь целью влияние на оптимизацию всех биосферных процессов, прежде всего круговорота веществ. Формирование структуры пашни на основе плодосменного чередования культур, по мнению научного сообщества, приводит к более экологичному возделыванию полевых культур. Исследователи указывают на важность сево-

оборотов в борьбе с засорённостью посевов [13, 4], на значимость их в стабилизации почвенного плодородия [7], на регулирование продуктивности растений и качество, полученной от них продукции [9].

Цель исследований – обосновать необходимые условия для повышения эффективности возделывания полевых культур за счёт определения места бобового компонента (сои) в полевых севооборотах Западной Сибири.

Условия и методы исследования. Исследования проводятся в многолетних полевых севооборотах длительного стационарного опыта в зоне южной лесостепи Западной Сибири. В схему севооборотов соя как бобовый предшественник введен с 2014 года. Четыре варианта чередования культур в опыте представлены в таблицах с результатами. Почва опытного участка – лугово-черноземная среднесуглинистая среднегумусовая. Площадь, занятая под каждой культурой в схеме севооборотов, составляет 0,125 га. Повторность опыта четырехкратная, размещение – по принципу рендомизации. Применялась зональная технология возделывания культур, рекомендованная Омским аграрным научным центром [10]. К посеву применяли районированные сорта полевых культур, сорт сои – Сибирячка.

Почвенные образцы с делянок опыта до посева и перед уборкой культур исследовали на количество гумуса, применяя

метод Тюрина [2]. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [6] и методические рекомендации Б.А. Доспехова [5] являлись основой для сопутствующих учетов и наблюдений. Качественные показатели зерна сои в опыте исследовали по общепринятой методике [1, 3]. Дисперсионный анализ опытных данных проводили с использованием Microsoft Office Excel.

В статье использованы данные за пять лет (2015–2019 гг.) после модернизации схем стационарных севооборотов путем внедрения сои. Содержание и поступление веществ, необходимых растениям, зависит от многих факторов. Особое значение для химических и биологических процессов отводится содержанию гумуса в почве.

Результаты исследований и их обсуждения. В результате полевого эксперимента установлено, что за период ротации содержание гумуса в слое почвы 0–40 см зависело от набора культур в севооборотах. Все схемы с плодосменным чередованием обеспечивали повышение процента гумуса от 0,39 до 0,63%. Максимальное накопление обеспечил четырехпольный севооборот соя – пшеница – ячмень – овес. Наличие поля с чистым паром в смене культур привело к снижению содержания гумуса в верхнем слое почвы на 0,48% (табл. 1).

Таблица 1 – Динамика наличия гумуса в слое почвы 0–40 см, в зависимости от схемы севооборота

Севооборот	Содержание гумуса, %	
	в начале ротации	в конце ротации
Соя – пшеница – ячмень – овес	5,08	5,71
Занятый пар – пшеница – соя – овес	5,91	6,30
Чистый пар – озимая рожь – соя – пшеница – ячмень	6,57	6,09
Рапс масличный – пшеница – ячмень – соя – пшеница	4,88	5,37

Данная закономерность объясняется тем, что наличие в агроценозах плодосменных севооборотов бобовой культуры обуславливает лучшую азотфиксацию и накопление азота в почве, а постоянное присутствие пожнивных остатков расте-

ний в почве способствует процессам гумификации. Отсутствие или недостаток притока органического вещества в севообороте с чистым паром приводил к понижению содержания гумуса за счет его разрушения в процессе парования поля.

Как известно, бобовые культуры, в том числе и соя, слабо конкурируют с растениями других семейств. А продуктивность растительного сообщества, особенно искусственно созданного, складывается из его компонентов. Сорная растительность существенно воздействует на рост и разви-

тие культурных растений. Важно в исследованиях наблюдать динамику присутствия и видовой состав сорняков. Нами отмечено, что в посевах сои в вариантах опыта после предшественников набор групп сорняков разнится (табл. 2).

Таблица 2 – Количество и масса сорняков в посевах сои (среднее за 2015–2019 гг.)

Вариант	Всего сорняков	Мятликовые	Малолетние двудольные	Корнеотпрысковые
После овса	22/123	7/20	10/43	5/60
После пшеницы	17/90	2/5	10/27	5/58
После озимой ржи	13/35	3/3	9/22	1/10
После ячменя	31/151	6/17	15/54	10/80

Примечание. В числителе – количество сорняков (шт./м²); в знаменателе – масса сорняков (г/м²).

В ротации полевых культур наличие парового сегмента оказывает главное влияние на присутствие сорняков из классификационных групп. Таким образом, в посевах сои после озимой ржи и пшеницы, размещенные по паровым предшественникам, общее количество и масса сорняков были минимальными. Среди них присутствовали, в основном, малолетние двудольные. В плодосменных севооборотах к этим группам сорняков подклю-

чась корнеотпрысковая и мятликовая сорная растительность. А общая масса их возрастает в 1,7–4,3 раза.

Для целесообразности использования сои при оптимизации структуры пашни необходимо реально оценивать продуктивность всего севооборота. За годы наших исследований получены результаты по выходу объемов продукции зерна, кормовых единиц и переваримого протеина (табл. 3).

Таблица 3 – Продуктивность полевых севооборотов в южной лесостепи Западной Сибири (среднее за 2015–2019 гг.)

В тоннах

Севооборот	Выход с 1 га пашни		
	зерна	кормовых единиц	переваримого протеина
Соя – пшеница – ячмень – овес	2,06	2,55	0,23
Занятый пар – пшеница – соя – овес	1,40	2,87	0,28
Чистый пар – озимая рожь – соя – пшеница – ячмень	2,36	3,87	0,31
Рапс масличный – пшеница – ячмень – соя – пшеница	1,31	2,54	0,12

Вариант севооборота с использованием в ротации чистого пара показал лучший выход продукции с гектара пашни. Зерна было получено 2,36 т/га с содержанием кормовых единиц в 3,87 т/га. Севооборот с занятым паром уступал варианту с чистым паром по количеству зерна в 1,7 раза, сбор кормовых единиц – на

тонну с гектара меньше.

Плодосменные севообороты отличаются друг от друга по сбору зерновой продукции значительно. Чередование культур соя – пшеница – ячмень – овес обеспечило выход зерна в 2,06 т, а ротация рапс масличный – пшеница – ячмень – соя – пшеница на 0,75 т/га меньше. Однако, за

счет присутствия в севообороте масличной культуры сбор кормовых единиц на одном уровне – 2,54–2,55 т/га.

На продуктивность изученных севооборотов центральное влияние оказало

наличие бобового сегмента в схеме. Интересно, как сама ротация воздействовала на продуктивность сои? Данные представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Урожайность и качество зерна сои в зависимости от чередования культур в севообороте (среднее за 2015-2019 гг.)

Севооборот	Урожайность, т/га	Процент	
		жира	белка
Соя – пшеница – ячмень - овес	1,30	18,15	33,49
Занятый пар – пшеница – соя – овес	1,22	18,40	31,74
Чистый пар – озимая рожь – соя – пшеница - ячмень	1,72	16,25	32,78
Рапс масличный – пшеница – ячмень – соя – пшеница	1,00	18,10	35,66
НСР05	0,43	1,62	Fф<Fт

В наших исследованиях максимальный урожай сои сформировался при посеве ее после озимой ржи в севообороте с чистым паром и составил 1,72 т/га. Белок в продукции (32,78%) отличался несущественно от других вариантов, недобор жира в этом варианте составил в среднем 11,5%.

При отсутствии парового предшественника и короткой ротации культур урожайность сои получена на уровне 1,3 т/га с содержанием белка 33,49%, жира – 18,15%. Плодосменный пятипольный севооборот дал самую низкую урожайность (1 т/га). Условия в поле сои (засоренность, обеспеченность питательными веществами, влагообеспеченность) не позволили получить высокий урожай, но содержание белка в зерне сои в среднем на 3% больше. Полученные данные подтверждают предыдущие исследования [14,8] о том, что качество зерновой продукции слабо коррелирует с урожайностью зерна по вариантам.

Выводы. В результате исследований можно сделать вывод, что в условиях лесостепи Западной Сибири экологизация отрасли растениеводства за счет ведения бобового компонента в схемы зональных севооборотов позволяет стабилизировать их продуктивность и тем самым устойчиво развиваться. Плодосменное чередование культур в полевых севооборотах способствует накоплению гумуса, в отличие от севооборотов с чистым и за-

нятым паром. Однако, фитосанитарное состояние агроценозов без парового предшественника ухудшается посредством присутствия корнеотпрысковых и малолетних двудольных сорняков. Сельскохозяйственным товаропроизводителям по итогам анализа результатов исследований можно рекомендовать следующее: для повышения продуктивности с гектара пашни вводить бобовый сегмент в звене севооборота с чистым паром и озимой рожью; для поддержания почвенного плодородия формировать структуру пашни по принципу плодосмена с обязательным включением бобовых в севооборот.

Библиографический список

- ГОСТ Р 53600-2009. Семена масличные, жмыхи и шроты. Определение влаги, жира, протеина и клетчатки методом спектроскопии в ближней инфракрасной области. – М.: Стандартинформ, 2010. – 10 с.
- ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. – М.: Издательство стандартов. – 1992. – 10 с.
- ГОСТ ISO 5983-2-2016 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение массовой доли азота и вычисление массовой доли сырого протеина. Часть 2. Метод с использованием блока озоления и перегонки с водяным паром. – М.: Стандартинформ, 2016. – 24 с.
- Агроэкологические и экономические показатели возделывания яровой пшеницы с применением средств химизации в Зауралье / С.Д. Гилев, И.Н. Цимбаленко, А.Н. Ко-

пылов, Ю.В. Суркова, В.П. Ефремова // Агрохимия. – 2020. – № 3. – С.49 – 54.

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов опытов): учебник для студентов вузов, обучающихся по агрономическим специальностям / Б.А. Доспехов. – М.: ИД Альянс, 2011. – 352 с.

6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Общая часть. – М.: Колос, 1971. – Вып. 1. – 341 с.

7. Морев Д.В., Васенев И.И. Агроэкологическая оценка земель в условиях повышенной пестроты почвенного покрова Владимирского ополья // АгроЭкоИнфо. – 2016. №1 (23). – С. 2.

8. Омелянюк Л.В. Селекция гороха и сои для условий Западной Сибири: автореферат дис. ... д-ра с.-х. н. – Тюмень. – 2015. – 32 с.

9. Резервы повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы и их зависимость от гетерогенности посевов в условиях степной зоны Оренбургского Предуралья / Ю.А. Гулянов, А.А. Чибилёв, А.А. Чибилёв (мл.) // Юг России: экология, развитие. – 2020. – Т.15, №1. – С. 7988.

10. Технологические системы возделывания зерновых и зернобобовых культур: рекомендации / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Омской обл., Сиб. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва // под общ. ред. И. Ф Храмова, Н. П. Дранковича. – Омск: ЛИТЕРА, 2014. – 105 с.

11. Чернова Н.М., Былова А.М. Экология: Учеб. пособие для студентов биол. спец. пед. ин-тов. – 2-е изд., перераб. – М.: просвещение, 1988. – 272 с.

12. Чибис В.В., Чибис С.П. Формирование элементов плодородия почвы при плодосменном чередовании полевых культур в лесостепной зоне Западной Сибири // Земледелие. – 2015. – № 7. – С. 20 - 22.

13. Яшутин Н. В. Инновационные технологии в земледелии Сибири: инновационные проекты. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2010. – 24 с.

14. Kutuzova N.D. &Kust G.S. &RozovS.Yu. & Stoma G.V. Effect of the Spatial Heterogeneity of Soil Properties on the Growth and Productivity of Soybeans // Eurasian Soil Science, 2015, Vol. 48, No. 1, pp. 85–94.

1. GOST 10846–91 2009 Grain and products of its processing. Protein determination method (as amended). Moscow. *Standardinform*. [In Russian]

2. GOST 26213–91 1992 The soil. Organic

matter determination methods. Moscow. Standards Publ. House. [In Russian]

3. GOST ISO 5983–2–2016 2016 Feeds, compound feeds, feed raw materials. Determination of mass fraction of nitrogen and calculation of mass fraction of crude protein. Part 2. Block digestion and steam distillation method. Moscow. *Standardinform*. [In Russian]

4. Gilev S.D., Tsymbalenko I.N., Kopylov A.N., Surkova Y.V., V.P. Efremova. Agroecological and Economic Indicators of Spring Wheat Cultivation with the Use of Chemicals in the Trans-Urals. *Agrokhimiya*. 2020. No 3. pp.49 - 54. [In Russian]

5. Dosphehov B. A. Methodology of field experiment (with bases of statistical processing of the experiment results). Moscow. *Alyans*. 2011. 352 p. [In Russian]

6. Method of state crop testing. General part. Moscow. *Kolos*. 1971. Issue 1. 341 p. [In Russian]

7. Morev D.V., Vasenev I.I. Agroecological assessment of land under conditions of increased soil cover of Vladimir Opole. *AgroEcolInfo*. 2016. No 1 (23). p. 2. [In Russian]

8. Omelyanyuk L.V. Selection of peas and soybeans for Western Siberia. Doctoral Dissertation Abstract. Tyumen. 2015. 32 p. [In Russian]

9. Gulyanov Yu.A., Chibilyov A.A., Chibilyov A.A. (younger). Reserves of increase in productivity and quality of grain of a winter wheat and their dependence on heterogeneity of crops in the conditions of a steppe zone of the Orenburg Cis-Urals. *Yug Rossii: ekologiya, razvitiye*. 2020. Vol.15. No 1. pp. 79 - 88. [In Russian]

10. Technological systems of grain and leguminous crops cultivation: recommendations. Ed. I. F Khramtsov, N. P. Drankovich. Omsk. *LITERA*. 2014. 105 p. [In Russian]

11. Chernova N. M., Bylova A.M. Ecology. Moscow. *Prosveshcheniye*. 1988. 272 p. [In Russian]

12. Chibis V.V., Chibis S.P. Formation of soil fertility elements during fruit-changing of field crops in the forest-steppe zone of Western Siberia. *Zemledeliye*. 2015. No 7. Pp. 20 - 22. [In Russian]

13. Yashutin N. V. Innovative technologies in the farming of Siberia: innovative projects. Barnaul. *AGAU*. 2010. 24 p. [In Russian]

14. Kutuzova N.D. &Kust G.S. &RozovS.Yu. & Stoma G.V. Effect of the Spatial Heterogeneity of Soil Properties on the Growth and Productivity of Soybeans. *Eurasian Soil Science*. 2015. Vol. 48. No 1. pp. 85–94.