

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОЛЕВЫХ СЕВОБОРОТОВ
ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ****Чибис В.В., Чибис С.П., Кутьшев И.Н., Фалалеева Е.В.**

Реферат. В длительном стационаре, расположенном на опытных полях Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства (город Омск), были модернизированы схемы полевых севооборотов путем введения в ротацию масличных культур (рапс, соя) и замены повторных посевов пшеницы ячменем и овсом. Учеты урожайности зерновых культур и сопутствующие наблюдения проводили в трёх полевых севооборотах различной длины ротации (четырёх- и пятипольных) и на бессменном посеве. Повторность опытов – четырехкратная. Применяли систему агротехнических мероприятий, рекомендованную для зоны лесостепи Западной Сибири. Изучение предшественников при возделывании культур на различные цели проводилось в полевом опыте с использованием общепринятых методик. Содержание гумуса за ротацию в слое почвы 0-40 см увеличивалось на 0,19% в севообороте «рапс – пшеница яровая – ячмень – соя – пшеница яровая». Самое большое накопление гумуса (0,83%) было в севообороте «соя – пшеница яровая – ячмень – овес». В годы исследований урожайность пшеницы варьировала от 0,82 до 2,22 т/га. Пшеница первой культурой по всем предшественникам формировала зерна в среднем больше на 0,3–0,5 т/га, чем второй культурой. Урожайность сои в севооборотах составляла 1,23–1,78 т/га. Продуктивность рапса была невысокой, урожайность его по годам составила 1,31 т/га. Зернофуражные культуры (ячмень, овес) в среднем на 0,4–0,6 т/га превышали урожайность яровой пшеницы при плодосменном чередовании. Максимальный выход зерна с гектара пашни был отмечен в зернопаровом севообороте и составил 1,7 т. Повышение выхода кормопротеиновых единиц наблюдалось в севооборотах, насыщенных масличными культурами (рапс и соя), и составило 3,4–4,0 т/га. Экономический расчёт показал, что возделывание полевых культур в плодосменном севообороте «соя – пшеница – ячмень – овес» увеличило рентабельность на 44%, чистый доход – вдвое, по сравнению с контрольным вариантом. Полученные материалы могут быть использованы при разработке схем полевых севооборотов для зоны лесостепи Западной Сибири.

Ключевые слова: опыт, урожай, севооборот, плодородие, продуктивность, экономическая эффективность, рентабельность, чистый доход.

Введение. Структурные изменения в агропромышленном комплексе РФ привели к резкому падению внимания к севооборотам во многих хозяйствах. Даже некоторые опытные агрономы закрывают глаза на элементарные нарушения требований плодосмена во имя конъюнктуры рынка [1].

Ранее севообороты были распространены в сельскохозяйственных системах всех странах. В последние десятилетия фермеры большинства промышленно развитых стран упростили или исключили севооборот [2]. Специализация, интенсификация производства, государственные программы и вытекающие из этого краткосрочные экономические решения оказали влияние на сокращение севооборотов и их многообразие. Экономические и экологические проблемы поставили вопрос об устойчивости сельского хозяйства на общественной арене.

Сохранение и увеличение продуктивности пашни является главной задачей современного с.-х. производства. Достигаться это может благодаря внедрению научно-обоснованных систем земледелия. Важнейшим звеном этой системы является севооборот, так как он оказывает влияние на все процессы, происходящие в почве, на взаимоотношения растений и окружающей среды [3].

Севообороты многогранно влияют и на экономику хозяйства, объединяя все агротехнические и организационные мероприятия, без которых нельзя достичь и высокой продуктивности культур, и повышения плодородия почв [4].

По мере того как производители рассматривают повышение корпоративной ответственности в сельскохозяйственном производстве, отраслевые организации начали оценивать устойчивость своей деятельности. Устойчивость имеет много критериев, в том числе и те, которые касаются воздействия на окружающую среду и экономические последствия [5].

Условия, материалы и методы исследования. Этапы работы проводились в стационарном опыте по изучению принципов чередования культур в полевых плодосменных севооборотах лесостепной зоны Западной Сибири, на полях государственного научного учреждения Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (ГНУ СибНИИСХ). Цель исследований – установить экономическую эффективность полевых севооборотов при оптимизации структуры посевных площадей, за счет включения в схему севооборотов звеньев с масличными культурами.

Схема опыта:

Пар чистый – пшеница яровая – пшеница яровая – овес (контроль)

Соя – пшеница яровая – ячмень – овес

Рапс (на маслосемена) – пшеница яровая – ячмень – соя – пшеница яровая

Бессменная яровая пшеница

Размещение делянок – рендомизированное, размер делянок – 50×25 м (0,125 га) и 50×12,5 м (0,0625 га), повторность – четырехкратная. В опыте возделывали районированные сорта полевых культур: Омская 36 (пшеница яровая), Омский 95 (ячмень яровой), Золотистая (соя), Юбилейный (рапс), Иртыш 21 (овес). Почва опытного участка – чернозем слабощелоченный среднегумусовый среднемощный тяжелосуглинистый. Применяли систему агротехнических мероприятий, используя рекомендации СибНИИСХ для зоны лесостепи Западной Сибири [6].

К началу посевных работ в 2013 г. во второй декаде мая температура воздуха была на 5,8⁰С ниже средней многолетней, отмечен избыток осадков на 15 мм от нормы. В июне наблюдалась пониженная температура воздуха на 3,1⁰С по сравнению со среднемноголетними данными, а осадков выпало меньше месячной нормы на 39 мм. Причем основной недобор осадков пришелся на период кушения зерновых культур. В июле температура оказалась ниже среднемноголетней на 1,3⁰С.

В 2014 г. во второй декаде мая температура воздуха была на 1,5⁰С ниже, по сравнению со среднемноголетними показателями, а осадков выпало на 4 мм больше нормы. В июне наблюдалась жаркая погода (температура воздуха на 8,2⁰С больше средних данных), осадков было на 6 мм меньше нормы. В июле месячная температура воздуха зафиксирована выше средней на 3,2⁰С на фоне дефицита осадков (выпало 8 мм при норме в 66 мм), что составляет 13% от нормы.

В 2015 году период вегетации характеризовался умеренными температурами воздуха на уровне среднемноголетних показателей. Осадки распределялись неравномерно – основная часть во второй половине вегетации культурных растений, что затянуло этот период на 8 – 10 сут.

Таким образом, контрастные метеоусловия в годы исследований позволили получить репрезентативные результаты.

Анализ и обсуждение результатов исследования. От содержания гумуса в почве зависит интенсивность различных химических и биологических процессов, которые обуславливают накопление веществ, необходимых растениям. Гумус также способствует приданию почве темной окраски, тем самым земля лучше поглощает солнечную энергию [7].

В наших исследованиях содержание гумуса в слое почвы 0-40 см за ротацию севооборота «рапс – пшеница яровая – ячмень – соя – пшеница яровая» повысилось на 0,19 %. Наибольшее его увеличение (на 0,83 %) отмечено в севообороте «соя – пшеница яровая – ячмень – овес» (табл. 1).

Накопление азота в почве под бобовой культурой с азотфиксирующими бактериями на корнях повысило содержание гумуса в севообороте «соя – пшеница – ячмень – овес».

Отсутствие в севооборотах стационара сои и рапса приводило к понижению содержания гумуса в вариантах «чистый пар – пшеница яровая – пшеница яровая – овес» на 0,29%, а при бессменном возделывании пшеницы – на 0,16%.

Оценить целесообразность использования севооборота, в первую очередь, можно по урожайности культур в его звеньях. Введение таких культур в севообороты как рапс и соя, увеличивает продуктивность с единицы площади в среднем на 22,5 %. Использование в севообороте масличных культур способствует увеличению выхода зерна до 0,5 т/га, а кормопротеиновых единиц – до 0,8 т с 1 га севооборотной площади, в сравнении с зерновыми (пшеница, ячмень, овес) [8].

В наших опытах по годам отмечена общая стабильная тенденция к повышению урожайности полевых культур в плодосменных севооборотах, обусловленная погодными условиями в сочетании с их чередованием. Самая высокая урожайность в плодосменных севооборотах у яровой пшеницы получена в условиях 2015 г. при посеве после сои, которая составила 1,63 т/га (табл. 2).

Таким образом, лучшим предшественником под яровую пшеницу в плодосменных севооборотах была соя. Она уступает только пару, который в условиях южной лесостепи обеспечивает повышение урожайности в среднем на 0,2–0,6 т/га. По мере удаления от бобо-

Таблица 1 – Содержание гумуса в слое почвы 0-40 см в зависимости от чередования культур севооборота

Севооборот	Начало ротации	Конец ротации
Чистый пар – пшеница – пшеница – овес (контроль)	5,83	5,54
Соя – пшеница – ячмень – овес	5,28	6,11
Рапс масличный – пшеница – ячмень – соя – пшеница	5,18	5,37
Бессменный посев пшеницы	5,99	5,83

вого предшественника в севообороте пшеницы её урожайность снижалась до 1,33 т/га.

Зернофуражные культуры (ячмень, овес) в среднем на 0,4–0,6 т/га превышали урожайность яровой пшеницы при плодосменном чередовании. Это обусловлено их максимальным приближением к предшественнику первой группы в севообороте. Урожайность в бессменных посевах была минимальной и составила в зависимости от года 0,82–1,35 т/га.

В 2013 и 2015 гг. при возделывании рапса на маслосемена его урожайность получена на одном уровне – 1,37 и 1,34 т/га соответственно. В засушливых условиях 2014 г. отмечено снижение продуктивности в среднем на 0,15 т/га.

Показателями эффективности севооборотов служат выход зерна и КПЕ с единицы площади пашни, а также наблюдается прямая зависимость от набора культур в севообороте и числа полей. В условиях 2013-2015 гг. эффективными оказались плодосменные севообороты в основном за счёт насыщения их бобовыми и зернофуражными культурами. Лучшим по выходу зерна с 1 га пашни показал себя вариант севооборота с чистым паром

(контроль). Севообороты с соей и рапсом уступали ему в среднем на 0,12 т/га, но качественные показатели были на высоком уровне (выход КПЕ в среднем больше на 20%).

В качестве основных показателей, применяемых для оценки эффективности зернопроизводства, служат ресурсные и трудовые затраты при выращивании культур, стоимость валовой продукции и её прибавка, полученная от использования агротехнического приёма, себестоимость единицы продукции, рентабельность и чистый доход с единицы площади. Все эти показатели следует рассматривать в динамике с учетом объективных факторов [9].

Выбор севооборота и оценка его экономической доходности зависит от многих факторов. При определении рентабельности обязательно необходимо учитывать энергозатратность каждого звена в структуре севооборота [10]. Для выявления экономической эффективности были рассчитаны основные показатели по двум четырехпольным севооборотам (табл. 4).

Расчёты экономической эффективности показывают, что материально-денежные за-

Таблица 2 – Урожайность культур в полевых севооборотах в зависимости от места в севообороте и длины ротации

Культура	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Пар чистый – пшеница яровая – пшеница яровая – овес (контроль)			
Пар чистый	-	-	-
Пшеница	2,09	1,96	2,22
Пшеница	1,61	1,68	1,94
Овес	1,89	2,50	1,74
Соя – пшеница яровая – ячмень – овес			
Соя	1,54	1,78	1,67
Пшеница	1,56	1,63	1,63
Ячмень	2,35	2,23	2,94
Овес	1,78	2,18	1,86
Рапс (на маслосемена) – пшеница яровая – ячмень – соя – пшеница яровая			
Рапс на масло	1,37	1,23	1,34
Пшеница	1,45	1,71	1,62
Ячмень	2,11	1,85	2,14
Соя	1,23	1,54	1,61
Пшеница	1,52	1,55	1,46
Бессменная яровая пшеница			
Бессменная пшеница	1,35	0,82	0,98
НСР ₀₅	0,23	0,47	0,36

Таблица 3 – Эффективность полевых севооборотов в зависимости от длины ротации и насыщенности полевыми культурами (среднее за 2013-2015 гг.)

Севообороты	Урожайность зерновых	Выход	
		Зерна	КПЕ
Зернопаровой севооборот (контроль)			
Пар – пшеница – пшеница – овес	2,24	1,70	3,10
Плодосменные севообороты			
Соя – пшеница – ячмень – овес	1,67	1,67	4,00
Рапс – пшеница – ячмень – соя – пшеница	1,49	1,49	3,40
Бессменные посева			
Бессменная пшеница	1,35	1,35	2,24

траты на один гектар в плодосменном севообороте выше на 1770 руб. по сравнению с контролем. Это обусловлено высокой стоимостью семян сои, использованной в севообороте, а также дополнительными затратами на средства её защиты. Себестоимость продукции в плодосменном варианте также больше, чем в контрольном варианте. Однако средняя цена реализации продукции, превышающая в два раза, позволила увеличить стоимость товарной продукции и чистый доход. Таким образом, рентабельность в плодосменном севообороте оказалась на 44 % выше по сравнению с контролем.

Выводы. В засушливых условиях резко континентального климата лесостепи Западной Сибири трудно подобрать альтернативу чистому пару в севооборотах. Урожайность зерновых после него стабильно высокая по годам. Однако с целью оптимизации структуры посевных площадей хозяйствам региона можно рекомендовать вводить в севообороты такие культуры, как соя, рапс (на маслосемена). Они достойные внимания предшественники при выращивании основной культуры региона пшеницы яровой, а также для поддержания плодородия почв. Высокая цена реализации рапса и сои повышает рентабельность производства, конкурентоспособность хозяйства.

Литература

1. Беспмятный В.И. Севообороты – не анахронизм, а важнейший элемент современного земледелия // Земледелие. – 1998. №1. – С. 11 – 12.
2. Bezdicke D. Crop rotation efficiencies and biological diversity in farming systems / Bezdicke D., Granatstein D. // American Journal of Alternative Agriculture. – 1989. – Vol. 3-4. – pp. 111-119.
3. Неклюдов А.Ф. Севооборот - основа урожая / А.Ф. Неклюдов. – Омск, 1990. – 127 с.
4. Чибис В.В. Эффективность средств интенсификации и предшественников при возделывании яровой в условиях южной лесостепи Омской Области // Омский научный вестник. – 2014. – № 1 (128). – С 87-89.
5. Kulshreshtha S. Economic and environmental assessment of pulse rotations in Canadian prairies / S. Kulshreshtha, S. MacWilliam, M. Wismer // 19th International Farm Management Congress, SGGW, Warsaw, Poland. – 2013. – Vol. 1. – pp. 1-8.
6. Технологические системы возделывания зерновых и зернобобовых культур : рекомендации / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Омской обл., Сиб. науч.-исслед. инт сел. хоз-ва; [сост. Л. В. Юшкевич и др.; под общ. ред. И. Ф. Храмцова, Н. П. Дранковича]. – Омск: [ЛИТЕРА], 2014. – 105 с.
7. Батуева М.Б. Севообороты органического земледелия Бурятии [Текст] : учебное пособие для студентов агрономических специальностей - Улан-Удэ : Изд-во БГСХА, 2008. - 98 с. [Электронный ресурс] / М.Б. Батуева, А.П. Батудаев. // Международная ассоциация пользователей и разработчиков электронных библиотек и новых информационных технологий. 2014. URL:http://plaza.open4u.ru/cgi-bin/webirbis_open4u/cgiirbis_64.exe (дата обращения: 02.10.2015).
8. Чибис В.В. Эффективность возделывания масличных культур (рапс, соя) в полевых севооборотах лесостепной зоны Западной Сибири / В.В. Чибис, Е.А. Иванов, С.П. Чибис // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 100. – С. 854-867.
9. Попов Н.А. Экономика отраслей АПК : курс лекций. – М. : ИКФ «ЭКМОС», 2002. – С.274-275.
10. Cruse M.J. Fossil Energy Use in Conventional and Low-External-Input Cropping Systems / M.J. Cruse, M. Liebman, D.R. Raman // Agronomy Journal. – 2010. – № 102(3). – pp. 934-941.

Сведения об авторах:

Чибис Валерий Викторович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: chibizz@yandex.ru
 Чибис Светлана Петровна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: sp.chibis@omgau.org
 Кутышев Илья Николаевич – аспирант, e-mail: kutyshev74@mail.ru
 Фалалеева Евгения Владимировна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: ev.falaleeva@omgau.org
 ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», г. Омск, Россия.

ECONOMIC EFFICIENCY OF FIELD CROP ROTATION IN OPTIMIZATION OF SOWING AREAS STRUCTURE

Chibis V.V., Chibis S.P., Kutyshev I.N., Falaleeva E.V.

Abstract. In a long-term places, located on the experimental fields of Siberian Research Institute of Agriculture (Omsk), the schemes of field crop rotations were modernized by introducing oil crops (rapeseed, soybean) into rotation and replacing the repeated wheat crops with barley and oats. Accounting of grain crops productivity and accompanying observations were carried out in three field rotations of different lengths of rotation (four- and five-field) and on permanent sowing. The repetition of the experiments is fourfold. The system of agrotechnical measures recommended for the zone of the forest-steppe of Western Siberia was applied. The study of predecessors in the cultivation of crops for various purposes was carried out in field experiments using conventional methods. The humus content for rotation in the soil layer of 0-40 cm increased by 0.19% in the crop rotation "rapeseed - wheat spring wheat - barley - soybean - spring wheat". The largest

accumulation of humus (0.83%) was in the rotation “soybean - spring wheat - barley – oats”. During the years of research wheat productivity varied from 0.82 to 2.22 tons per hectare. Wheat was the first crop in all its predecessors to form grains, on average, by 0.3-0.5 tons per hectare, than the second crop. The yield of soybeans in the crop rotation was 1.23-1.78 tons per hectare. The productivity of rapeseed was low, its productivity over the years was 1.31 tons per hectare. Grain-fodder crops (barley, oats) averaged 0.4-0.6 tons per hectare, higher than the spring wheat productivity in the alternating rotation. The maximum yield of grain from a hectare of arable land was noted in the crop-steam rotation and amounted to 1.7 tons. An increase in the yield of feed-protein units was observed in crop rotations saturated with oil crops (rapeseed and soybean) and amounted to 3.4-4.0 tons per hectare. The economic calculation showed that the cultivation of field crops in the rotational crop rotation of “soybean - wheat - barley – oats” increased profitability by 44%, net income - by half, in comparison with the control variant. The obtained materials can be used to develop schemes of field crop rotations for the zone of the forest-steppe of Western Siberia.

Key words: experience, crop, crop rotation, fertility, productivity, economic efficiency, profitability, net income.

References

1. Bepamyatnyy V.I. Crop rotation is not an anachronism, but an important element of modern agriculture. [Sevooboroty – ne anakhronizm, a vazhneyshiy element sovremennogo zemledeliya]. // *Zemledelie. – Agriculture.* – 1998. №1. – P. 11 – 12.
2. Bezdicke D. Crop rotation efficiencies and biological diversity in farming systems / Bezdicke D., Granatstein D. // *American Journal of Alternative Agriculture.* – 1989. – Vol. 3-4. – pp. 111-119.
3. Neklyudov A.F. *Sevooborot - osnova urozhaya.* [Crop rotation - the basis of the harvest]. / A.F. Neklyudov. – Omsk, 1990. – P. 127.
4. Chibis V.V. Efficiency of intensification means and predecessors in spring cultivation in the southern forest-steppe of the Omsk region. [Effektivnost sredstv intensivatsii i predshestvennikov pri vozdelevanii yarovoy v usloviyakh yuzhnoy lesostepi Omskoy oblasti]. // *Omskiy nauchnyy vestnik. - Omsk scientific herald.* – 2014. – № 1 (128). – P. 87-89.
5. Kulshreshtha S. Economic and environmental assessment of pulse rotations in Canadian prairie / S. Kulshreshtha, S. MacWilliam, M. Wismer // 19th International Farm Management Congress, SGGW, Warsaw, Poland. – 2013. – Vol. 1. – P. 1-8.
6. *Tekhnologicheskie sistemy vozdelevaniya zernovykh i zernobovovykh kultur: rekomendatsii.* (Technological systems of cultivation of grain and leguminous crops: recommendations. / Ministry of agriculture and foodstuffs of Omsk region; [edited by L.V. Yushkevich and others; under the editorship of I. F. Khramtsova, N. P. Drankovicha]. – Omsk: [LITERA], 2014. – P. 105.
7. Batueva M.B. *Sevooboroty organicheskogo zemledeliya Buryatii: uchebnoe posobie dlya studentov agronomicheskikh spetsialnostey.* / M.B. Batueva, A.P. Batudaev. // *Mezhdunarodnaya assotsiatsiya polzovateley i razrabotchikov elektronnykh bibliotek i novykh informatsionnykh tekhnologiy.* (Rotation of organic farming in Buryatia: a textbook for students of agronomical specialties. // International Association of Users and Developers of Electronic Libraries and New Information Technologies). - Ulan-Ude: Izd-vo BGSKhA, 2008. – P. 98. 2014. Available at: http://plaza.open4u.ru/cgi-bin/webirbis_open4u/cgiirbis_64.exe (date of access: 02.10.2015).
8. Chibis V.V. Efficiency of oil-bearing crops (rape, soybean) cultivation in field crop rotations of the forest-steppe zone of Western Siberia. [Effektivnost vozdelevaniya maslichnykh kultur (raps, soya) v polevykh sevooborotakh lesostepnoy zony Zapadnoy Sibiri]. / V.V. Chibis, E.A. Ivanov, S.P. Chibis // *Politematicheskii setevoj elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - Polymatic network electronic scientific journal of Kuban State Agrarian University.* – 2014. – №100. – P. 854-867.
9. Popov N.A. *Ekonomika otrasley APK: kurs lektsiy.* [Economics of the agribusiness sectors: a course of lectures]. – M.: IKF “EKMOS”, 2002. – P. 274-275.
10. Cruse M.J. Fossil Energy Use in Conventional and Low-External-Input Cropping Systems / M.J. Cruse, M. Liebman, D.R. Raman // *Agronomy Journal.* – 2010. – № 102(3). – pp. 934-941.

Authors:

Chibis Valeriy Viktorovich – Ph.D. of Agricultural sciences, Associate Professor, e-mail: chibizzz@yandex.ru

Chibis Svetlana Petrovna – Ph.D. of Agricultural science, Associate Professor, e-mail: sp.chibis@omgau.org

Kutyshchev Ilya Nikolaevich – post-graduate student, e-mail: kutyshchev74@mail.ru

Falaleeva Evgeniya Vladimirovna – Ph.D. of Agricultural sciences, Associate Professor, e-mail: ev.falaleeva@omgau.org

Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia.