

Агроэкономическая и биоэнергетическая оценка шестипольных севооборотов в засушливых условиях Оренбургской области*

Д.В. Митрофанов, к.с.-х.н., ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН

В настоящее время значение рационального, более оптимального использования почвенно-климатических, биологических, техногенных и трудовых ресурсов становится одним из важнейших факторов повышения эффективности и конкурентоспособности аграрного сектора экономики [1]. В связи с нерегулируемой рыночной экономикой, отсутствием прочных кредитов на поставку сельскохозяйственной продукции в региональных и федеральных фондах сельскохозяйственному товаропроизводителю очень сложно рентабельно вести хозяйство [2].

Повышение цен на производимую продукцию сельскохозяйственного производства, которое наблюдается в последнее время, зависит от многих причин, в том числе от нерешённых проблем в сельском хозяйстве. И здесь необходимо напомнить, что современное производство должно быть минимизировано по затратам на единицу выпускаемой продукции, а это определяется в основном уровнем технического прогресса сельского хозяйства [3].

В России практически отсутствует зерновая политика со стороны государства, а закупочные цены диктуются крупными компаниями и холдингами, состоящими из нескольких сельскохозяйственных

производителей и предприятий обслуживания и переработки [4]. В настоящее время вокруг сельского хозяйства складывается неблагоприятная обстановка, так как полученная продукция в основном поступает в распоряжение перекупщиков и спекулянтов, которые фактически не пускают производителей на рынок. Кроме того, большое неравенство цен между сельскохозяйственной и промышленной продукцией привело к низкой рентабельности производства зерна. Для обеспечения продовольственной безопасности государства необходимо дальнейшее увеличение объёмов производства высококачественного зерна пшеницы. Возделывание энергетически эффективных сортов в условиях рынка позволит рационально использовать удобрения, топливо, средства защиты и биостимуляции растений. Это в конечном итоге уменьшит давление антропогенных факторов на агроценозы, понизит затраты и повысит рентабельность производства зерна [5].

Одна из основных задач сельскохозяйственного производства как раньше, так и в настоящее время состоит в том, чтобы добиться в короткий срок значительного увеличения сбора зерновой продукции. Выполнение этой задачи зависит от общей культуры земледелия, основу которой составляют научно обоснованные севообороты, соответствующие принятой структуре посевных

* Исследование выполнено в соответствии с планом НИР на 2018–2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2019-0003)

площадей и отвечающие почвенно-климатическим условиям зоны [6].

В соответствии с многообразием природных условий зоны Южного Урала в крупных по размерам хозяйствах приходится сталкиваться с необходимостью организации целой системы севооборотов или совокупности различных их видов. Решающим фактором рационального использования земли, повышения выхода продукции с единицы площади и снижения её себестоимости является всесторонняя экономическая оценка севооборота за первую и, желательно, последующие его ротации [7]. Кроме урожайности культур, выхода продукции с гектара пашни за ротацию в натуральном и стоимостном выражении, подсчитывают стоимость производственных затрат и другие экономические показатели [8].

На протяжении длительного времени изучением экономической и энергетической эффективности севооборотов с различной ротацией и бессменных посевов в степной зоне Южного Урала занимались такие исследователи как Н.А. Максютлов, Д.В. Митрофанов, В.Ю. Скороходов, Ю.В. Кафтан, В.Н. Жижин, Н.А. Зенкова, А.А. Зоров, С.Н. Яковлев и др. [9–11].

В засушливых условиях Оренбургской области проводилась агроэкономическая и биоэнергетическая оценка различных шестипольных севооборотов и бессменных посевов. Основной задачей исследований на многолетнем стационарном опыте Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий РАН являлось определение перспективных севооборотов и бессменных сельскохозяйственных культур и применение их в сельскохозяйственном производстве.

Материал и методы исследования. В ФНЦ БСТ РАН проводятся исследования по решению вопросов повышения агроэкономической и энергетической эффективности шестипольных севооборотов и бессменных посевов для внедрения их в сельскохозяйственное производство. Настоящее исследование проводилось с 2002 по 2013 гг. на базе длительного стационара по севооборотам и бессменным посевам бывшего Оренбургского НИИСХ, заложенного в 1988 г.

Методом исследования являлся полевой стационарный опыт в четырёхкратной повторности на территории и двенадцатилетний во времени. В шестипольных севооборотах размер делянки составлял 14,4 м, 3,6 м на 90 м ($S = 1296 \text{ м}^2$ и 324 м^2) и в бессменных посевах — 7,2 м на 90 м ($S = 648 \text{ м}^2$).

Исследованы восемь вариантов севооборотов и пять бессменных посевов:

I — зернопаропропашной с посевом кукурузы на силос (контроль); II — зернопаровой с посевом проса; III — зернопаропропашной с посевом сорго на силос; IV — зернопаровой с посевом гороха; V — сидеральный с посевом кукурузы на силос; VI — сидеральный с посевом проса; VII — сидераль-

ный с посевом сорго на силос; VIII — сидеральный с посевом гороха; IX — твёрдая пшеница при бессменном её возделывании; X — мягкая пшеница при бессменном её возделывании; XI — ячмень при бессменном его возделывании; XII — кукуруза на силос при бессменном её возделывании; XIII — сорго на силос при бессменном его возделывании.

Работу проводили на удобренном и неудобренном фонах питания. Осенью перед вспашкой под предшествующие сельскохозяйственные культуры поперёк первой части делянки шириной 30 м вносили удобрения в дозе $N_{40}P_{40}$ кг д.в. на 1 га сеялкой СЗ-3,6, под чёрный кулисный пар — $P_{80}K_{40}$ кг д.в. на 1 га, а в сидеральном пару в качестве удобрения применяли зелёную массу злакобобовых культур (овёс + горох). На второй части делянки шириной 60 м минеральные удобрения не вносили. Учётную урожайность зерна определяли на двух фонах питания на площади 60 м² и 120 м² с помощью комбайна Сампо-500. Зелёную массу кормовых культур учитывали вручную на $S = 42 \text{ м}^2$.

Агротехника возделывания сельскохозяйственных культур соответствовала рекомендуемой в зоне. В опыте высевали районированные сорта, гибриды изучаемых культур, с нормой посева, рекомендуемой для засушливых условий Оренбургской области.

Агроэкономическую и энергетическую эффективность севооборотов и бессменных посевов определяли по технологическим картам сельскохозяйственных культур ОПХ им. Куйбышева Оренбургской области. Экономическую эффективность рассчитывали на основе нормативов и положений, существующих в методике, а биоэнергетическую оценку проводили по методике В.П. Лухменёва и др. [12]. Для расчёта технологических карт применялись тарифы, актуальные на исследуемый 2013 г. на ГСМ, удобрения, гербициды и закупочные цены на зерновую и кормовую продукцию.

Результаты исследования. Сравнительная оценка шестипольных севооборотов проводилась за две ротации. В среднем за период исследования первое место по валовому сбору занимали сидеральные севообороты с посевами кукурузы и сорго на силос. На удобренном фоне показатель составил 53,47 и 51,62 ц соответственно по вариантам, на неудобренном — 48,26 и 45,38 ц с 1 га (табл. 1). Самым продуктивным по валовому сбору зерна являлся зернопаровой севооборот с посевом гороха, составив на двух фонах питания соответственно 9,83 и 9,04 ц с 1 га.

За годы исследования из всех бессменных посевов наиболее урожайной зерновой культурой показал себя ячмень, давший по удобренному и неудобренному фонам питания 12,82 и 12,16 ц зерна с 1 га. Более низкая урожайность отмечалась на обоих фонах питания в посевах твёрдой и мягкой пшеницы. В бессменных посевах кормовых культур урожайность достигала от 118,87 до 126,27 ц с 1 га.

Для сравнительной экономической оценки продуктивности культур в севооборотах и бес-
сменных посевах использовались следующие по-
казатели: стоимость валовой продукции, прямые
технологические затраты, прибыль, рентабельность
производства продукции на удобренных и неудоб-
ренных фонах питания.

Наибольшая стоимость валовой продукции
получена в сидеральном севообороте с посевом
кукурузы на силос и бессменных посевах пропаш-
ных культур. В среднем самая высокая стоимость
продукции отмечалась на варианте с применением
минеральных удобрений в бессменном посеве куку-
рузы и составила 21208,60 руб. с 1 га, самая низкая –
в сидеральном севообороте с посевом проса на
неудобренном фоне – 5538,33 руб. с 1 га (табл. 1).

При использовании минеральных удобрений
наибольшие производственные затраты с 1 га по-
лучены на контроле и составили 9471,88 руб. Значи-
тельные прямые затраты пришлись на удобренный
фон питания в бессменных посевах кукурузы –
18983,72 руб. и сорго на силос – 14085,15 руб с
1 га. На неудобренных фонах наблюдались высо-
кие технологические затраты также на вариантах
выращивания кукурузы и сорго на силос. Низкие
затраты труда по сидеральному и зернопаровому
севооборотам продемонстрировали варианты с по-

севами проса, составив 6916,78 руб. на удобренном
фоне и 3730,21 руб. с 1 га – на неудобренном.

Общей закономерностью среди шестипольных
севооборотов и бессменных посевов является от-
сутствие экономического эффекта от внесения
удобрений, кроме кукурузы на силос при бессмен-
ном её возделывании. Минимальный убыток на
удобренном фоне составил 46,86 руб. в бессменном
посеве ячменя, а максимальный – 1801,15 руб.
с 1 га в посеве сорго на силос. Наименьший до-
ход на неудобренном фоне питания получен в
бессменном посеве твёрдой пшеницы и составил
891,32 руб. с 1 га. Наибольшая прибыль на этом
же фоне получена в посеве кукурузы на силос и
составила 4970,40 руб. с 1 га. Применение удобрений
оказалось нерентабельным во всех севооборотах.

Самые высокие значения экономических пока-
зателей (прибыль и рентабельность) наблюдались в
бессменных посевах кукурузы на силос и ячменя.
Получен положительный экономический эффект
на этих вариантах. Бессменный посев кукурузы на
силос оказался самым прибыльным: прибыль на
удобренном фоне составила 2224,88 руб., неудоб-
ренным – 4970,40 руб. с 1 га. Второе место после
кукурузы на силос по этому показателю занимал
бессменный посев ячменя. Кроме того, ячмень
оказался самой рентабельной культурой на неудоб-

1. Экономическая эффективность шестипольных севооборотов и бессменных посевов (среднее за 2002–2013 гг.)

Вариант севооборота и бессменного посева	Валовой сбор зерна и силоса с 1 га, ц	Стоимость валовой продукции, руб. с 1 га	Прямые затраты с 1 га, руб.	Прибыль с 1 га, руб.	Рентабель- ность, %
I – зернопаропропашной (контроль)	29,06 25,85	9224,27 8096,07	9471,88 5750,46	-247,61 2345,61	-5,56 29,59
II – зернопаровой с посевом проса	9,64 8,83	6362,15 5748,75	7287,20 3730,21	-925,05 2018,54	-12,65 35,21
III – зернопаропропашной с посевом сорго	29,72 26,75	7845,33 7017,94	8748,87 5049,83	-903,54 1968,11	-11,25 26,79
IV – зернопаровой с посевом гороха	9,83 9,04	6630,55 6018,89	7568,80 4010,38	-938,25 2008,51	-11,64 32,14
V – сидеральный с посевом кукурузы	53,47 48,26	9422,11 8375,21	9220,10 6249,41	202,00 2125,79	-5,25 26,91
VI – сидеральный с посевом проса	32,77 28,45	6325,07 5538,33	6916,78 3982,82	-591,71 1555,51	-12,84 31,62
VII – сидеральный с посевом сорго	51,62 45,38	7606,72 6662,50	8305,30 5236,60	-698,57 1425,90	-13,03 21,58
VIII – сидеральный с посевом гороха	32,92 28,25	6560,83 5551,67	7196,26 4252,64	-635,43 1299,02	-12,36 22,86
IX – твёрдая пшеница (б/п)	9,03 7,45	6741,66 5566,66	7614,42 4675,34	-872,76 891,32	-12,48 17,30
X – мягкая пшеница (б/п)	8,78 8,46	6366,66 6140,00	7313,55 4396,17	-946,89 1743,83	-13,44 38,82
XI – ячмень (б/п)	12,82 12,16	7070,00 6675,00	7116,86 4191,80	-46,86 2483,20	-2,54 55,94
XII – кукуруза на силос (б/п)	126,25 126,27	21208,60 21204,40	18983,72 16234,00	2224,88 4970,40	8,00 27,47
XIII – сорго на силос (б/п)	122,84 118,87	12284,00 11881,00	14085,15 10897,40	-1801,15 983,60	-24,38 -9,20

Примечание: в числителе – удобренный фон, в знаменателе – неудобренный, б/п – бессменный посев

ренном фоне, уровень рентабельности на этом варианте составил 55,94%.

Среди шестипольных севооборотов самая высокая прибыль и рентабельность отмечались на неудобренном фоне питания в севооборотах с посевами кукурузы, проса и гороха. По доходу бессменный посев кукурузы на силос на обоих фонах питания занимал в годы исследования первое место, а самой рентабельной культурой оказался ячмень.

Бессменное возделывание мягкой пшеницы по экономическим показателям не уступало этим севооборотам и имело самую высокую рентабельность производства на неудобренном фоне после бессменного посева ячменя – 38,82%. Значимость зелёного удобрения особенно возрастает в последние годы в связи с дороговизной минеральных удобрений и большими затратами.

Одним из направлений современного земледелия является создание энергетически эффективных шестипольных севооборотов и бессменных посевов. Энергетическими показателями технологии возделывания сельскохозяйственных культур являются: затраты энергии по технологии, энергетический эквивалент семян, накопление энергии валовой продукции и энергетический коэффициент.

В среднем, по данным исследования, при возделывании сельскохозяйственных культур в севооборотах наибольшими затратами энергии

характеризовались II, IV, VI и VIII варианты (табл. 2). Так, максимальные затраты отмечены в сидеральном севообороте с посевом гороха на удобренном фоне при урожайности зерна 3292,16 кг с 1 га с энергетическим эквивалентом 34,05 МДж/кг и составили 67,95 ГДж/га. При бессменном возделывании ячменя на создание зерна 1282,14 кг с 1 га с эквивалентом 34,43 МДж/кг (XI вар.) использовалось максимальное количество энергии на удобренном фоне – 83,29 ГДж/га. При применении минеральных удобрений во всех севооборотах и бессменных посевах затраты энергии возрастали в 0,5 раза по сравнению с неудобренным фоном.

Диапазон изменений накопленной в урожае валовой энергии отмечался в пределах от 24,54 до 49,47 ГДж/га на удобренном фоне и от 20,26 до 49,47 ГДж/га – на неудобренном. По большей величине накопленной валовой энергии выделились зернопаропропашные севообороты и бессменные посева кукурузы и сорго на силос. Наибольшая энергия валовой продукции наблюдалась на удобренном фоне питания за счёт наибольшей урожайности сельскохозяйственных культур.

Эффективность шестипольных севооборотов и технология возделывания бессменных сельскохозяйственных культур определяется энергетическим коэффициентом. Оценка показала, что энергетический коэффициент варьировал от 0,34 до 1,38 ед.

2. Сравнительная биоэнергетическая оценка севооборотов и бессменных сельскохозяйственных культур (среднее за 2002–2013 гг.)

Вариант	Урожайность с 1 га, кг	Затраты энергии по технологии, ГДж/га	Энергетический эквивалент семян, МДж/кг	Накопление энергии валовой продукции, ГДж/га	Энергетический коэффициент
I (контроль)	2906,50	60,34	29,01	34,47	0,51
	2585,40	42,07	29,01	30,00	0,72
II	964,30	64,61	22,52	32,42	0,38
	883,25	47,96	22,52	29,75	0,47
III	2972,46	59,49	29,01	32,74	0,48
	2675,32	42,47	29,01	29,22	0,67
IV	983,23	66,77	34,05	31,85	0,35
	904,25	49,93	34,05	28,93	0,42
V	5347,21	62,04	61,04	35,01	0,52
	4826,20	41,99	61,04	30,32	0,73
VI	3277,15	66,10	26,03	32,51	0,38
	2845,10	47,24	26,03	28,97	0,47
VII	5162,22	60,13	29,01	31,86	0,47
	4538,17	41,18	29,01	27,75	0,67
VIII	3292,16	67,95	34,05	31,61	0,35
	2825,12	47,11	34,05	26,56	0,42
IX	903,11	58,85	34,82	24,54	0,34
	745,08	39,22	34,82	20,26	0,41
X	878,32	64,73	34,82	29,31	0,41
	846,24	49,29	34,82	28,27	0,53
XI	1282,14	83,29	34,43	39,39	0,40
	1216,12	66,08	34,43	37,19	0,49
XII	12625,11	34,49	105,04	49,47	1,38
	12627,23	20,38	105,04	49,47	2,37
XIII	12284,22	29,72	58,82	37,53	1,13
	11887,16	15,21	58,82	36,29	1,98

Примечание: в числителе – удобренный фон, в знаменателе – неудобренный

на удобренном фоне питания и от 0,41 до 2,37 ед. – на неудобренном.

Самый высокий энергетический коэффициент отмечался на уровне 2,37 ед. у бессменного посева кукурузы на силос, а низкий – 0,34 ед. у твёрдой пшеницы при бессменном её возделывании по сравнению с контролем (табл. 2). За период полевого опыта среди всех изучаемых вариантов наибольший энергетический эффект получен в зернопаропропашных севооборотах и при бессменном возделывании кукурузы и сорго на силос, что объясняется достаточно высокой степенью накопления энергии урожаем за счёт зелёной массы пропашных культур.

Выводы. За годы проведения исследования наибольшая прибыль и рентабельность производства отмечена на неудобренном фоне питания в зернопаропропашных, зернопаровых и сидеральных севооборотах с посевами кукурузы, гороха и проса. Самыми высокими эти показатели были в бессменном посеве кукурузы на силос и ячменя. Возделывание сорго на силос бессменно является убыточным. Применение минеральных удобрений, кроме как под бессменный посев кукурузы на силос, является нерентабельным.

В биоэнергетическом плане эффективны посевы кукурузы и сорго на силос как в севооборотах, так и при бессменном их возделывании. Самый высокий энергетический коэффициент отмечается у них за счёт накопления большого количества энергии в кормовой продукции.

Таким образом, в сельскохозяйственном производстве Оренбургской области для получения экономически выгодной зерновой и кормовой продукции необходимо применять рентабельные и энергетически эффективные шестипольные севообороты и бессменные посевы ячменя и кукурузы на силос без внесения в почву минеральных удобрений.

Литература

1. Румянцев А.В., Глуховцев В.В. Роль селекции зерновых и кормовых культур в повышении урожайности и экономической стабильности сельскохозяйственного производства в условиях Среднего Поволжья // Инновация и модернизация сельскохозяйственного производства в условиях меняющегося климата: матер. междунар. науч. конф. Оренбург, 2011. С. 19–29.
2. Максютлов Н.А. Биологическое и ресурсосберегающее земледелие в степной зоне Южного Урала. Оренбург: Печатный дом «Димур», 2004. 204 с.
3. Огородников П.И., Огородникова Е.П., Лактионов О.В. Технический прогресс – основа динамического развития экономики сельскохозяйственных предприятий региона // Инновационные процессы в сельскохозяйственном производстве: междунар. сб. науч. тр. Оренбург, 2008. С. 299–307.
4. Максютлов Н.А., Жданов В.М., Абдрашитов Р.Р. Повышение плодородия почвы, урожайности и качества продукции сельскохозяйственных культур в полевых севооборотах степной зоны Южного Урала. Оренбург, 2012. 332 с.
5. Мухитов Л.А. Энергетическая и экономическая эффективность возделывания сортов яровой мягкой пшеницы оренбургской селекции в лесостепи Оренбургского Предуралья // Повышение эффективности сельскохозяйственного производства в степной зоне Урала: матер. междунар. науч. конф. Оренбург, 2012. С. 193–198.
6. Жижин В.Н., Скороходов В.Ю., Зоров А.А. Продуктивность и экономическая эффективность возделывания проса в короткороотационных севооборотах и при бессменном посеве на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья // Ресурсосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве: междунар. сб. науч. тр. Оренбург, 2010. С. 252–256.
7. Аникович В.Ф. Севообороты на Южном Урале. Челябинск: Южно-Уральское кн. изд., 1973. 222 с.
8. Васильев М.Д. Севообороты – основа повышения урожайности / ред. А.Е. Быковская. М: Россельхозиздат, 1970. 88 с.
9. Митрофанов Д.В. Продуктивность и экономическая оценка шестипольных севооборотов на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 4 (36). С. 30–33.
10. Скороходов В.Ю. Сравнительная экономическая оценка зернопаропропашных, зернопаровых, почвозащитных, беспаровых севооборотов и бессменных посевов сельскохозяйственных культур в условиях Оренбургского Предуралья / В.Ю. Скороходов, В.Н. Жижин, Д.В. Митрофанов [и др.] // Вестник мясного скотоводства. 2012. № 1. С. 118–122.
11. Максютлов Н.А. Экономическая и энергетическая оценка севооборотов и бессменных посевов сельскохозяйственных культур в степной зоне Южного Урала / Н.А. Максютлов, Н.А. Зенкова, А.А. Зоров [и др.] // Животноводство и кормопроизводство. 2018. № 1. С. 190–196.
12. Лухменёв В.П., Шпартяков К.В., Чугунова Н.С. Биоэнергетическая оценка технологий выращивания зерновых, кормовых культур и подсолнечника в адаптивном земледелии Южного Урала. Оренбург, 1998. 88 с.