

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА В СЕВООБОРОТАХ ЗАСУШЛИВОЙ СТЕПИ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

АЗИЗОВ Закиулла Мтыуллович, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»

АРХИПОВ Владимир Викторович, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»

ИМАШЕВ Ильдар Гарифуллович, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»

Дан анализ влияния видов и польности севооборотов на продуктивность и эффективность зерновых культур. Выявлено, что наибольший выход зерна наблюдается в 4-польном зернопаровом севообороте. Отсутствие поля яровой поздней культуры (просо) в 2- и 3-польном севооборотах снижает выход зерна в сравнении с 4- и 7-польным, как в среднем за 28 лет (1991–2018 гг.), так и во влажные и средние годы. Биоэнергетический коэффициент, судя по затратам и выходу зерна наиболее высоким был в 2-польном зернопаровом севообороте (4,94), затем в 4-польном (4,60), далее по убывающей: 7-польном (3,86) и 3-польном (3,73). В расчете затрат труда, топлива и энергии на 1 т зерна с паши самые низкие показатели получены в 2-польном и 4-польном севооборотах. Установлено, что по производственным затратам на 1 га паши, себестоимости производства 1 т зерна, условно чистому доходу с 1 га паши, уровню рентабельности лидирующее место занимает 2-польный зернопаровой севооборот. Например, наименьшие производственные затраты отмечены в 2-польном зернопаровом севообороте (7782,00 руб.), наибольшие – в 7-польном (13835,56 руб.). Поэтому самая низкая себестоимость производства 1 т зерна получена в 2-польном севообороте (5598,56 руб.), за ним следует по данному показателю 4-польный с просом (7392,66 руб.). По уровню рентабельности зернопаровые севообороты располагаются по убывающей с преимуществом 2-польного севооборота в следующем порядке: 2-, 4-, 3- и семипольный – 116,1; 53,2; 48,2 и 37,0 % соответственно.

4

АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Введение. В условиях с неравномерным выпадением осадков в течение вегетационного периода и сельскохозяйственного года засушливой черноземной степи Нижнего Поволжья эффективность производства сельскохозяйственной продукции достигается сложным взаимодействием природных и экономических условий.

Для повышения устойчивости сельскохозяйственного производства необходимо возделывать в засушливых условиях культуры различных биогрупп – озимые, яровые ранние и поздние [1, 3, 4].

Учитывая различия в использовании агрометеорологических ресурсов культурами разных биологических групп, выяснялась возможность повышения экологической устойчивости агроэкосистем к абиотическим стрессам путем совместного их возделывания как в пространстве, так и во времени в севооборотах. Продуктивность пашни, устойчивость и эффективность производства зерна изучали в севооборотах с разным сочетанием культур.

Цель исследований – выявить возможности повышения эффективности производства зерна путем использования различных видов культур со смешанным по времени прохождением межфазных периодов в севооборотах с различным удельным весом парового поля в условиях с неравномерным выпадением осадков в течение ве-

гетационного периода и сельскохозяйственного года засушливой черноземной степи Нижнего Поволжья.

Методика исследований. Наблюдения и исследования проводили в стационарных условиях полевого опыта, заложенного на экспериментальных полях ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока».

Для сравнительного анализа производства получаемой продукции в различных видах зернопаровых севооборотов проводили расчет выхода зерна на единицу площади пашни, определяли их энергетическую и экономическую эффективность. Анализировали виды зернопаровых севооборотов, в которых высевали культуры со смешенными фазами роста и развития – это озимые, в частности озимая пшеница, яровые ранние (яровая твердая и мягкая пшеницы) и поздние (просо): 2-польный (пар черный – озимая пшеница); 3-польный (пар черный – озимая пшеница – яровая мягкая пшеница); 4-польный (пар черный – озимая пшеница – просо – яровая мягкая пшеница); 7-польный (пар черный – озимая пшеница – яровая твердая пшеница – просо – яровая мягкая пшеница – яровая мягкая пшеница).

Изучение севооборотов в стационарных опытах проводили с полными ротациями, развернутыми во времени и пространстве на всех

2

2021





полях, чтобы ежегодно по всем культурам получать урожайные данные и вести сопутствующие наблюдения. Начиная с 1991 г. выход зерна с 1 га пашни определяли в конце каждой ротации зернопаровых севооборотов, все поля которых размещены в пространстве. Каждое из них прошло полностью ротацию согласно чередованию культур во времени, начиная с 1985 г. и заканчивая 1991 г.

Прием основной обработки почвы – вспашка на глубину 28–30 см. Посев осуществляли сеялкой СЗ-3,6. Площадь делянок 360, учетной – 100 м². Сбор урожая проводили комбайнами Сампо 500 и Сампо Ростов 2010. Делянки размещены систематически. Повторность делянок трехкратная, расположение в два ряда (яруса). Агротехника в полевом опыте общепринятая для засушливой черноземной степи микрозоны.

Полевые опыты заложены в 1985 г., но результаты исследований представлены за 1991–2018 гг. после прохождения ротации каждого поля наиболее длинного 7-польного зернопарового севооборота. Годовая сумма атмосферных осадков в черноземно-степной зоне правобережья составляет 420–480 мм. За вегетационный период выпадает 200–250 мм атмосферных осадков. Сумма активных температур выше +10 °С составляет 2400–2800 °С, среднегодовая температура воздуха – 4,1–5,2 °С, продолжительность безморозного периода – 115–125 дней, вегетационного – 160–165 дней. Погодные условия в годы проведения наблюдений и исследований в полной мере охватывали всю палитру изменчивости климата региона, его разнообразия. К влажным годам с ГТК за май–июль > 0,9 отнесены 8 лет: 1993, 1994, 1997, 2000, 2003, 2008, 2013 и 2017, к средним с ГТК 0,6–0,8 – 13 лет: 1992, 1996, 1999, 2001, 2004–2007, 2009, 2014–2016, 2018, к сухим с ГТК < 0,5–7 лет: 1991, 1995, 1998, 2002, 2010–2012.

Почва опытного участка – чернозем южный малогумусный среднемощный тяжелосуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое 4,5 %; сумма поглощенных оснований в пахотном гумусовом слое составляет 44–50 мг-экв./100 г почвы, содержание подвижного фосфора (по Мачигину) – 20,0 мг/кг почвы, обменного калия – 35,0 мг/100 г почвы.

Дисперсионный анализ урожайных данных провели по Б.А. Доспехову [2].

Результаты исследований. Биологическое разнообразие возделываемых видов и сортов сельскохозяйственных растений позволяет агроценозу наиболее быстро реагировать на неравномерное выпадение атмосферных осадков и изменения температуры воздуха, что в конечном итоге дает возможность получения сельскохозяйственной продукции в экстремальных условиях [6]. Благодаря несов-

падению критических периодов онтогенеза у разных видов растений и сортов в своем развитии с воздействием лимитирующих факторов внешней среды возможно достигнуть принципа компенсационности культур путем их возделывания одновременно в пространстве и во времени в севооборотах. В зависимости от природных особенностей региона, местных условий состав сельскохозяйственных культур – взаимо страхователей, их удельный вес в структуре посевных площадей должен подвергаться изменению [3, 4].

Наибольший удельный вес в структуре посевных площадей в Саратовской области занимает озимая пшеница, высеваемая в основном по чистому пару, что обеспечивает до ухода в зиму получение всходов, их рост и развитие, снижение засоренности следующих за ним культур различных видов севооборотов.

Возникает правомерный вопрос о том, на сколько энергетически и экономически оправдано, когда в структуре посевных площадей существует массив пашни, не занятый сельскохозяйственными культурами.

После закладки севооборотов в 1985 г. в 1991 г. они полностью вошли в ротацию с необходимым чередованием культур. Поэтому представилась возможность проанализировать данные по урожайности культур и продуктивности 4-зернопаровых севооборотов с площадью черных паров от 14,3 до 50 %, с широким соотношением в структуре посевов культур различных биологических групп – озимых по черному пару, ранних и поздних яровых, а также выявить влияние вида и длины ротации севооборота на урожайность культур и их продуктивность. Оценка урожайности культур, продуктивности и устойчивости севооборотов проводили как в среднем за 28 лет исследований (1991–2018 гг.), так и отдельно во влажные, средние и сухие годы.

В влажные годы (в среднем за 8 лет) в конце ротаций наиболее стабилен и более равномерен выход зерна с 1 га пашни в 7-польном севообороте (2,22 т), затем в 4-польном (2,16 т), далее в 3-польном (1,78 т) и на последнем месте 2-польном (1,75 т) (табл. 1).

Существенная разница по выходу зерна с 1 га пашни отмечена между 4-, 7-польным и 2-, 3-польным зернопаровыми севооборотами.

В средние по увлажнению (в среднем за 13 лет) годы в конце ротаций наибольший выход зерна с 1 га пашни отмечен в 4-польном (1,61 т/га), наименьший – в 3- и 2-польном (соответственно 1,25 и 1,37 т/га), между ними – в 7-польном (1,52 т/га) зернопаровых севооборотах (см. табл. 1). Существенная разница по выходу зерна с 1 га пашни отмечена между 4-, 7-польным и 3-польным зернопаровыми севооборотами.

Выход зерна с 1 га пашни во влажные, средние и сухие годы, т/га

Годы	Зернопаровой севооборот			
	2-польный	3-польный	4-польный	7-польный
Влажные. Среднее за 8 лет (1993, 1994, 1997, 2000, 2003, 2008, 2013, 2017 гг.)	1,75	1,78	2,16	2,22
P (ошибка опыта) = 5,78 %, F = 4,74*, HCP ₀₅ = 0,34				
Средние. Среднее за 13 лет (1992, 1996, 1999, 2001, 2004–2007, 2009, 2014–2016, 2018 гг.)	1,37	1,25	1,61	1,52
P (ошибка опыта) = 4,88 %, F = 3,90*, HCP ₀₅ = 0,21				
Сухие. Среднее за 7 лет (1991, 1995, 1998, 2002, 2010-2012 гг.)	1,01	0,89	0,94	0,95
P (ошибка опыта) = 9,84 %, F _φ < F _t				

Как видно из данных табл. 1 во влажные годы различия по выходу зерна с 1 га пашни между видами севооборотов более резко выражены, чем в средние.

В сухие годы различия по выходу зерна с 1 га пашни между видами севооборотов менее резко выражены, чем в средние, в том числе во влажные. Если судить по максимальному выходу зерна в сухие годы, то на 1-е место выходит 2-польный севооборот (1,01 т/га), на 2-е – 7-польный (0,95 т/га), на 3-е – 4-польный (0,94 т/га) и на 4-е – 3-польный (0,89 т/га) (см. табл. 1).

Существенной разницы по выходу зерна с 1 га пашни между зернопаровыми севооборотами не отмечено.

Благодаря влажным и средним годам, которые составили за все годы наблюдений 75 % от всех изученных лет, наиболее эффективны по выходу зерна с 1 га севооборотной площади пашни были 4-польный и 7-польный зернопаровые севообороты по сравнению с 2- и 3-польными. Причем, как видно из данных табл. 2 существенные различия отмечены по 4-, 7-польным севооборотам по отношению к 3-польному. Что касается 2-польного севооборота, то между ним и другими севооборотами по выходу зерна с 1 га пашни отмечены колебания

в пределах ошибки опыта. При этом наблюдается тенденция более высокого выхода зерна с 1 га пашни в 4-, 7-польных севооборотах и низкого в 3-польном. Судя по данным табл. 2, существенные различия отмечены по выходу зерна с 1 га пашни между влажными, средними и сухими годами как по среднему фактору В, так и при сравнении частных средних по всем севооборотам.

В среднем за 28 лет (1991–2018 гг.) наибольший выход зерна наблюдается в 4-польном зернопаровом севообороте в большинство лет наблюдений, особенно во влажные и средние годы (табл. 3). Близок к данному севообороту 7-польный зернопаровой, в котором также присутствуют озимые, яровые поздние и яровые ранние культуры. Существенно ниже выход зерна в 2-польном и 3-польном зернопаровых севооборотах по сравнению с вышеуказанными.

Следует отметить, что удельный вес проса в структуре посевов (в 4-польном севообороте) иметь не целесообразно, но оно может быть заменено другими родственными культурами, например, кукурузой на зерно, зерновым сорго. Так, в 4-польном севообороте с кукурузой получили 1,80 т/га, с сорго – 2,01 т [5].

Таблица 2

Выход зерна с 1 га пашни в зависимости от вида севооборота в разные по увлажнению годы (1991–2018 гг.), т

Севооборот, фактор А	Годы, фактор В	Среднее	Средние по фактору А (HCP ₀₅ = 0,22), F = 3,28*	Средние по фактору В (HCP ₀₅ = 0,19), F = 107,36*
2-польный зернопаровой	Влажные	1,96	1,30	2,12
	Средние	1,21		1,28
	Сухие	0,72		0,74
3-польный зернопаровой	Влажные	1,95	1,22	
	Средние	1,09		
	Сухие	0,63		
4-польный зернопаровой	Влажные	2,30	1,51	
	Средние	1,43		
	Сухие	0,79		
7-польный зернопаровой	Влажные	2,26	1,49	
	Средние	1,38		
	Сухие	0,81		
P (ошибка опыта) = 9,74 %, F = 20,54*, HCP ₀₅ = 0,38 (для сравнения частных средних, вариантов)				



Таблица 3
Выход зерна с 1 га пашни в конце каждой ротации зернопаровых севооборотов, все поля которых размещены в пространстве, т/га

Год	Зернопаровой севооборот			
	2-польный	3-польный	4-польный	7-польный
1991	1,91	1,41	1,20	1,33
1992	1,80	1,72	2,29	2,13
1993	1,57	1,84	2,12	2,29
1994	2,21	1,90	2,06	1,87
1995	0,72	0,69	0,74	1,00
1996	1,92	1,74	1,97	1,96
1997	2,11	2,45	2,72	2,80
1998	0,76	0,61	0,56	0,55
1999	0,41	0,25	0,91	0,62
2000	1,00	1,51	1,89	2,24
2001	0,78	1,03	1,25	1,64
2002	2,46	2,08	1,94	1,62
2003	1,41	1,79	2,58	2,73
2004	2,39	1,90	2,16	1,98
2005	0,55	0,72	1,23	1,27
2006	1,03	1,16	1,53	1,37
2007	1,46	1,21	1,39	1,34
2008	1,16	0,84	1,06	1,23
2009	1,60	1,08	1,25	1,24
2010	0,24	0,20	0,30	0,23
2011	0,64	0,82	0,89	0,92
2012	0,36	0,40	0,95	1,00
2013	1,89	1,34	2,33	2,43
2014	1,28	1,38	1,66	1,73
2015	0,74	0,65	1,35	1,28
2016	2,28	2,26	2,37	2,15
2017	2,62	2,57	2,55	2,16
2018	1,58	1,13	1,58	1,12
Среднее	1,39	1,31	1,60	1,58
P (ошибка опыта) = 5,79 %, F= 4,04*, HCP ₀₅ = 0,23				

Энергетическая и экономическая эффективности севооборотов существенно зависят от их польности. Чем больше полей в севообороте, тем выше стоимостные затраты, затраты труда, топлива и энергии на 1 га севооборотной площади. Наибольший выход энергии, находящейся в зерне, получен в 4- и 7-польном севооборотах – 31 055 и 30 565 МДж с 1 га пашни соответственно, наименьший в 3- и 2-польном – 25 130 и 26 590 (табл. 4). Меньшие энергетические затраты в расчете на 1 га пашни отмечены в 2-, 3-польных севооборотах (5379 и 6740 МДж) по сравнению с 4- (6754 МДж) и 7-польными (7914 МДж).

Биоэнергетический коэффициент, судя по затратам и выходу зерна, был наиболее высоким в 2-польном зернопаровом севообороте (4,94), затем в 4-польном (4,60), далее по убывающей: 7-польном (3,86) и 3-польном (3,73).

В расчете затрат труда, топлива и энергии на 1 т зерна с пашни самые низкие показатели получены в 2-польном и 4-польном севооборотах с просом (см. табл. 4).

Проведение экономического анализа позволило дать полную и всестороннюю оценку эффективности использования почвенно-климатических ресурсов. Как видно из данных табл. 5 производственные затраты в основном зависят от польности севооборотов: наименьшие в 2-польном (7782,00 руб.), наибольшие в 7-польном (13835,56 руб.).

В связи с этим наиболее высокий размер чистого дохода получен в 2-польном севообороте с озимой пшеницей по черному пару (9037 руб.), далее по убывающей: 4-польный с просом

Таблица 4

Затраты труда и энергии на 1 га севооборотной площади

Зернопаровой севооборот	Затраты труда, топлива и энергии на 1 га севооборотной площади						Затраты труда, топлива и энергии на 1 т зерна в севооборотах		
	выход зерна с 1 га пашни	затраты труда, чел.-час	Затраты топлива, л, кВт·час	затраты энергии, МДж	выход энергии, МДж	биоэнергетический коэффициент	затраты труда, чел.-час	затраты топлива, л, кВт·час	затраты энергии, МДж
2-польный	1,39	2,90	35,30	5379	26590	4,94	2,09	25,40	3870
3-польный	1,31	3,36	41,27	6740	25130	3,73	2,56	31,50	5145
4-польный	1,60	3,64	46,38	6754	31055	4,60	2,28	28,99	4221
7-польный	1,58	3,91	49,30	7914	30565	3,86	2,47	31,20	5009

Таблица 5

Экономическая эффективность возделывания культур в зависимости от вида севооборота в разные по увлажнению годы (1991–2018 гг.)

Показатель	Севообороты			
	2-польный зернопаровой	3-польный зернопаровой	4-польный зернопаровой	7-польный зернопаровой
Выход зерна с 1 га пашни, т	1,39	1,31	1,60	1,58
Стоимость валовой продукции с 1 га пашни, руб.	16819,00	15851,00	18119,75	18953,00
Производственные затраты на 1 га пашни, руб.	7782,00	10692,00	11828,25	13835,56
Себестоимость 1 т зерна, руб.	5598,56	8161,83	7392,66	8756,68
Условно чистый доход с 1 га пашни, руб.	9037,00	5159,00	6291,50	5117,44
Уровень рентабельности производства, %	116,1	48,2	53,2	37,0



(6291,50 руб.), 3-польный (5159,00 руб.) и 7-польный (5117,44 руб.). Аналогичная закономерность отмечена и по уровню рентабельности. Как мы видим из табл. 5, по последним четырем показателям лидирующее место занимает 2-польный зернопаровой севооборот.

Заключение. Таким образом, результаты многолетних экспериментальных данных в засушливой черноземной степи Поволжья с неравномерным выпадением атмосферных осадков в течение вегетационного периода и сельскохозяйственного года показывают, что наибольший выход зерна наблюдается в 4-польном зернопаровом севообороте. Отсутствие поля яровой поздней культуры (просо) в 2- и 3-польном севооборотах снижает выход зерна в сравнении с 4- и 7-польным как в среднем за 28 лет (1991–2018 гг.), так и во влажные и средние годы. По биоэнергетическому коэффициенту, расчетам затрат труда, топлива и энергии на 1 т зерна с пашни, производственным затратам на 1 га пашни, себестоимости производства 1 т зерна, условно чистому доходу с 1 га пашни, уровню рентабельности лидирующее место занимает 2-польный зернопаровой севооборот, за ним следует 4-польный с просом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азизов З.М., Архипов В.В., Имашев И.Г. Устойчивость производства зерна в севооборотах степи Нижнего Поволжья // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 7. – С. 4–9.

2. Доспехов Б.А. Методики полевого опыта. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

3. Курдюков Ю.Ф., Шубитидзе Г.В. Роль элементов систем земледелия в формировании устойчивой продуктивности агроценозов в засушливой степи Поволжья // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 10. – С. 29–30.

4. Курдюков Ю.Ф., Левицкая Н.Г., Васильева М.Ю. Повышение продуктивности и устойчивости агрокомплексов в степной зоне Поволжья // Аграрная наука. – 2014. – № 3. – С. 10–11.

5. Продуктивность трехпольных севооборотов с кукурузой и зерновым сорго в Нижнем Поволжье / В.И. Жужукин [и др.] // Земледелие. – 2012. – № 3. – С. 36–37.

6. Система земледелия нового поколения Ставропольского края / В.В. Кулинцев [и др.]. – Ставрополь, 2013. – 520 с.

Азизов Закиулла Мтыуллович, д-р с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». Россия.

Архипов Владимир Викторович, канд. с.-х. наук, научный сотрудник, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». Россия.

Имашев Ильдар Гарифуллович, канд. с.-х. наук, научный сотрудник, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». Россия.

410010, г. Саратов, ул. Тулагина, 7.
Тел.: (8452) 64-76-88.

Ключевые слова: зернопаровой севооборот; чернозем южный; зерновые культуры; урожайность; эффективность.

EFFICIENCY OF GRAIN PRODUCTION IN CROP ROTATIONS OF THE DRY STEPPE OF THE LOWER VOLGA REGION

Azizov Zakiulla Mtyullovich, Doctor of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Agricultural Research Institute for South-East Region. Russia.

Arkhipov Vladimir Viktorovich, Candidate of Agricultural Sciences, Researcher, Agricultural Research Institute for South-East Region. Russia.

Imashev Ildar Garifullovich, Candidate of Agricultural Sciences, Researcher, Agricultural Research Institute for South-East Region. Russia.

Keywords: grain-fallow crop rotation; chernozem southern; cereals; yield; efficiency.

The analysis of the influence of species and the fullness of crop rotations on the productivity and efficiency of grain crops is given. It was revealed that the highest grain yield is observed in a 4-field grain-fallow crop rotation. The absence of a field of late spring crops (millet) in 2- and 3-field crop rotations reduces grain yield in comparison with 4- and 7-field crops, both on average over 28 years (1991-2018), and in wet and middle years. The bioenergy coefficient, judging by the costs and

grain yield, was highest in a 2-field grain-fallow crop rotation (4.94), then in a 4-field rotation (4.60), then in decreasing order: 7-field (3.86) and 3-field (3.73). In calculating the costs of labor, fuel and energy per 1 ton of grain from arable land, the lowest indicators were obtained in 2-field and 4-field crop rotations. It has been established that in terms of production costs per hectare of arable land, the cost of production of 1 ton of grain, conditionally net income per hectare of arable land, the level of profitability, the leading place is occupied by a 2-field grain-fallow crop rotation. For example, the lowest production costs were noted in a 2-field grain-fallow crop rotation (7782.00 rubles), the highest - in a 7-field (13835.56 rubles). Hence, the lowest production cost of 1 ton of grain was obtained in a 2-field crop rotation, amounting to 5598.56 rubles, followed by a 4-field crop rotation with millet - 7392.66 rubles. And according to the level of profitability, as mentioned above, grain-fallow crop rotations are arranged in decreasing order with the advantage of a 2-field crop rotation in the following order: two-, four-, three- and seven-field - respectively 116.1; 53.2; 48.2 and 37.0 %.

