

ИЗМЕНЕНИЕ ВЫХОДА ЗЕРНА ПО РОТАЦИЯМ СЕВООБОРОТОВ В ЧЕРНОЗЕМНОЙ СТЕПИ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

АЗИЗОВ Закиулла Мтыуллович, ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока»

АРХИПОВ Владимир Викторович, ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока»

ИМАШЕВ Ильдар Гарифуллович, ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока»

Проанализировано влияние длины ротации и полноты зернопаровых севооборотов с разным набором биологических групп (биогрупп) – озимые, яровые ранние и поздние на урожайность зерновых культур и выход зерна с 1 га пашни в черноземной степи Саратовского Правобережья. Выявлено, что наибольший выход зерна (1,63 т/га) пашни как в среднем за 32 года (1989–2020 гг.), так (1,82 т/га) в первой-четвертой (1989–2004 гг.) и (1,44 т/га) пятой–восьмой ротаций (2005–2020 гг.) наблюдали в 4-польном зернопаровом севообороте с набором биогрупп – озимые, яровые ранние и поздние. Отсутствие поля яровой поздней культуры (просо) в 2- и 3-польном севооборотах снижает выход зерна соответственно на 0,11 и 0,30 т/га в сравнении с 4-польным как в среднем за все годы, так на 0,22 и 0,28 т/га в первой-четвертой и на 0,20 и 0,32 т/га пятой–восьмой ротациях. Установлено, что при переходе из первой-четвертой ротации в пятую–восьмую существенно уменьшается урожайность полевых культур: озимой пшеницы в 3-польном севообороте на 0,87 т/га, или 26,6%; в 2-польном на 0,72 т/га, или 22,4% и 4-польном на 0,70 т/га, или 21,8%; проса на 0,43 т/га, или 16,3%; яровой твердой на 0,40 т/га, или 29,6%; мягкой на 0,35 т/га, или 24,6%. У всех трех видов яровых культур снижение урожайности в 2,0 раза ниже, чем у озимой пшеницы. В целом по севооборотам урожайность озимой пшеницы как за весь период исследований, так и в первую-четвертую, пятую–восьмую ротации колебалась в пределах ошибки опыта.

4

АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Введение. В связи с изменением климата и специализацией сельского хозяйства региона Юго-Востока, ориентированной на производство товарного высококачественного зерна, возникает настоятельная необходимость продолжения исследований по разработке теоретических подходов к совершенствованию полевых севооборотов, способствующих увеличению урожайности зерна и повышению устойчивости его получения по годам [2–4, 6–9], в том числе в изучении влияния длины ротации и чередования культур в 2-, 3-, 4-польных севооборотах с чистым паром на выход зерна с 1 га севооборотной площади в черноземной степи Нижнего Поволжья.

Цель исследований – выявить возможность увеличения урожайности зерновых культур в зернопаровых севооборотах с различной длиной ротации и чередования культуры в пространстве и во времени на черноземе южном Нижнего Поволжья.

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

Для сравнительного анализа производства получаемой продукции в различных видах зернопаровых севооборотов в первой-четвер-

той (1989–2004 гг.) и пятой–восьмой ротаций (2005–2020 гг.) проводили расчет выхода зерна на единицу площади пашни, а также определяли урожайность зерновых культур.

Анализировали зернопаровые севообороты, в которых высевали культуры разных биогрупп со смешенными фазами роста и развития: озимые, в частности озимая пшеница, яровые ранние (яровая твердая и мягкая пшеница) и поздние (просо); 2-польный (пар черный – озимая пшеница); 3-польный (пар черный – озимая пшеница – яровая твердая пшеница); 4-польный (пар черный – озимая пшеница – просо – яровая мягкая пшеница).

Урожайность полевых культур учитывали ежегодно по всем полям севооборотов. Начиная с 1989 г. выход зерна с 1 га пашни определяли в конце каждой ротации зернопаровых севооборотов. Каждое из полей прошло полностью ротацию согласно чередованию культур во времени с 1985 г. по 1989 г. При анализе полученных результатов была проведена оценка изучаемых севооборотов (фактор А) в зависимости от влагообеспеченности при прохождении ротаций севооборотов (фактор В).

Прием основной обработки почвы – вспашка на глубину 28–30 см. Посев осуществлялся сеялкой СЗ-3,6. Площадь делянок 360 м², учетной – 100 м². Урожайность определяли сплош-

6
2021



ным поделяночным способом с помощью комбайнов «Сампо 500» и «Сампо Ростов 2010». Делянки размещали систематически; повторность делянок трехкратная, расположение в два ряда (яруса). Агротехника в полевом опыте общепринятая для черноземной степи микрозоны.

Полевые опыты заложены в 1985 г., но результаты исследований представлены за 1989–2020 гг. после прохождения ротации каждого поля наиболее длинного 4-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 °C составляет 2400–2800 °C, среднегодовая температура воздуха – 4,1–5,2 °C, продолжительность безморозного периода – 115–125 дней, вегетационного – 160–165 дней. Погодные условия в годы проведения наблюдений и исследований в полной мере представили всю палитру изменчивости климата региона. ГТК за май–июль в первой–четвертой ротации севооборотов составил 0,88, пятой–восьмой – 0,71.

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 (по Мачигину) – 350 мг/кг почвы.

Дисперсионный анализ урожайных данных проведен по Б.А. Доспехову [5].

Результаты исследований. Длительные наблюдения в условиях стационарного опыта позволили выявить влияние изменения клима-

тических условий в Поволжье на продуктивность зерновых культур. Средние показатели продуктивности севооборотов рассчитали отдельно для первой–четвертой и пятой–восьмой ротаций как и гидротермические коэффициенты за май–июль этих периодов. Такой подход позволил выявить в цифровом выражении масштабы снижения продуктивности сельскохозяйственных культур в связи с усилением засушливых явлений.

Расчеты показали, что выход зерна с 1 га пашни 4-польного зернопарового севооборота при усилении засушливости климата в пятой–восьмой ротациях был ниже на 0,38 т/га, или 20,9 %, чем в среднем за первую–четвертую ротации (табл. 1). Аналогичная картина выхода зерна с 1 га севооборотной площади сложилась в 2-польном зернопаровом севообороте (на 0,36 т/га, или 22,5 %), несколько ниже в 3-польном (0,42 т/га, или 27,3 %). В целом по севооборотам выход зерна с 1 га севооборотной площади как за весь период исследований, так и в первую–четвертую, пятую–восьмую ротации был наибольшим в 4-польном зернопаровом, наименьшим в 3-польном (табл. 2). Существенное падение выхода зерна с 1 га пашни отмечено у 3-польного зернопарового севооборота по отношению к 4-польному как в целом по севооборотам, так и в первую–четвертую, пятую–восьмую ротациях. Так, 3-польный севооборот существенно уступал 2-польному в первую–четвертую, пятую–восьмую ротациях, а в целом по севооборотам выход зерна с 1 га севооборотной площади колебался в пределах ошибки опыта. При этом 4-польный зернопаровой севооборот по отношению к 2-польному в первую–четвертую, пятую–восьмую ротациях существенно превышал по выходу зерна с 1 га севооборотной площади, а

Таблица 1

Урожайность культур и пашни в зависимости от польности и длины ротации севооборотов (1989–2020 гг.)

Севооборот	Культура	Урожайность культуры, т/га		Выход зерна с 1 га пашни, т	
		первая–четвертая ротации	пятая–восьмая ротации	первая–четвертая ротации	пятая–восьмая ротации
		среднее за 1989–2004 гг.	среднее за 2005–2020 гг.	среднее за 1989–2004 гг.	среднее за 2005–2020 гг.
ГТК		0,88	0,71	0,88	0,71
2-польный зернопаровой	Озимая пшеница	3,21	2,49	1,60	1,24
3-польный зернопаровой	Озимая пшеница	3,27	2,40	1,54	1,12
	Яровая твердая пшеница	1,35	0,95		
Р (ошибка опыта) = 6,87 %, F = 6,82*, HCP ₀₅ = 0,25 (для сравнения частных средних, вариантов)					
4-польный зернопаровой	Озимая пшеница	3,21	2,51	1,82	1,44
	Просо	2,64	2,21		
	Р (ошибка опыта) = 2,31 %, F= 29,90*, HCP ₀₅ = 0,19 (для сравнения частных средних, вариантов)				
	Яровая мягкая пшеница	1,42	1,07		
Р (ошибка опыта) = 4,26 %, F= 22,02*, HCP ₀₅ = 0,18 (для сравнения частных средних, вариантов)					



Выход зерна с 1 га пашни в зависимости от польности и длины ротации севооборотов (1989–2020 гг.), т

Севооборот, фактор А	Ротации, фактор В		Средние по фактору А, $(HCP_{05} = 0,13)$, $F = 11,67^*$
	первая–четвертая	пятая–восьмая	
	среднее за 1989–2004 гг.	среднее за 2005–2020 гг.	
ГТК	0,88	0,71	
2-польный зернопаровой	1,60	1,24	1,52
3-польный зернопаровой	1,54	1,12	1,33
4-польный зернопаровой	1,82	1,44	1,63
Средние по фактору В, $(HCP_{05} = 0,11)$, $F = 54,60^*$	1,66	1,27	
P (ошибка опыта) = 4,37 %, F = 15,64*, $HCP_{05} = 0,18$ (для сравнения частных средних, вариантов)			

в целом по севооборотам данный показатель колебался в пределах ошибки опыта.

Такие колебания по выходу зерна можно объяснить тем, что с уменьшением продолжительности ротации севооборота и в связи с увеличением удельного веса в структуре посевых площадей черного пара, возрастает количество трудногидролизуемых органических остатков, поступающих в паровое поле, что в итоге ведет в благоприятные по увлажнению годы к снижению урожайности культур [2]. Следует отметить, что среди всего изучаемого комплекса факторов (24,1 %) вклад севооборота в формирование величины выхода зерна с 1 га севооборотной площади незначителен и составил 7,2 %. Существенный вклад (16,8 %) в уменьшении выхода зерна с 1 га севооборотной площади внес метеорологический фактор – ГТК.

В первую–четвертую ротации наибольшая урожайность озимой пшеницы отмечена по 3-польному севообороту (3,27 т/га), по 2- и 4-польным севооборотам она одинакова (соответственно 3,21 и 3,21 т/га) (табл. 3).

В пятой–восьмой ротациях урожайность озимой пшеницы по 3-польному севообороту (2,40 т/га) была наименьшей по сравнению с 2-польным (2,49 т/га) и 4-польным (2,51 т/га) севооборотами. Уменьшение урожайности при переходе из первой–четвертой ротации в пятую–восьмую в 3-польном севообороте составляло 0,87 т/га, или 26,6 %; в 2-польном – 0,72 т/га, или 22,4 % и 4-польном – 0,70 т/га, или 21,8 %.

В целом по севооборотам урожайность озимой пшеницы как за весь период исследований, так и в первую–четвертую, пятую–восьмую ротациях колебалась в пределах ошибки опыта. Так же при переходе из первой–четвертой ротации в пятую–восьмую наблюдали в 4-польном севообороте существенное снижение урожайности проса на 0,43 т/га, или 16,3 %. Существенное снижение урожайности на 0,40 т/га, или 29,6 % отмечено у яровой твердой пшеницы в 3-польном севообороте и на 0,37 т/га, или 26,1 % у яровой мягкой пшеницы в 4-польном. Однако у всех трех видов яровых культур это снижение в 2,0 раза ниже, чем у озимой пшеницы.

На рис. 1 схематично представлен характер влияния польности и длины ротации зернопаровых севооборотов за 32 года наблюдений на выход зерна с 1 га пашни в связи с изменением засушливости климата.

Коэффициенты детерминации (R^2) этих величин в 2-, 3-, 4-польном зернопаровых севооборотах равнялись соответственно 0,0318; 0,0516 и 0,0362, что указывает на очень слабую зависимость выхода зерна с 1 га пашни от польности и длины ротации зернопаровых севооборотов. Представленные коэффициенты детерминации в линии тренда зависимости выхода зерна с 1 га пашни в изученных севооборотах, полагаем, прежде всего, демонстрируют их постепенное, хотя и медленное, снижение в зависимости от изменения климата в сторону его засушливости без какого-либо вмешательства.

Урожайность озимой пшеницы в зависимости от польности и длины ротации севооборотов (1989–2020 гг.), т/га

Севооборот, фактор А	Ротации, фактор В		Средние по фактору А, $F_f < F_t$
	первая–четвертая	пятая–восьмая	
	среднее за 1989–2004 гг.	среднее за 2005–2020 гг.	
ГТК	0,88	0,71	
2-польный зернопаровой	3,21	2,49	2,85
3-польный зернопаровой	3,27	2,40	2,84
4-польный зернопаровой	3,21	2,51	2,86
Средние по фактору В, $(HCP_{05} = 0,23)$, $F = 56,36^*$	3,23	2,47	
P (ошибка опыта) = 4,87 %, F = 11,42*, $HCP_{05} = 0,40$ (для сравнения частных средних, вариантов)			



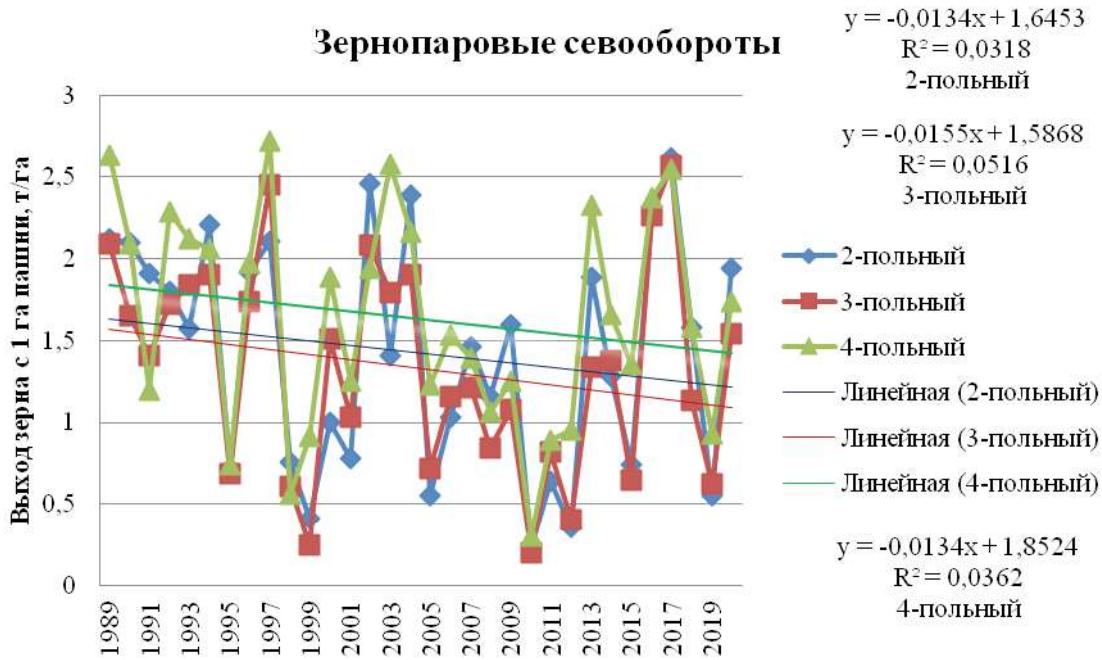


Рис. 1. Выход зерна с 1 га пашни по годам в конце каждой ротации зернопаровых севооборотов, т/га

ства человека, в том числе приемов возделывания культуры.

Проведенные исследования показали, что выход зерна с 1 га севооборотной площади определяется не только полностью и длиной ротации севооборота, но и погодными условиями, играющими существенную роль на выход зерна (рис. 2).

Не только в выходе зерна с 1 га севооборотной площади, но и в формировании величины урожайности всех сельскохозяйственных культур среди всего изучаемого комплекса существенный вклад внес также метеорологический фактор – ГТК. Так, из всего изучаемого комплекса факторов (17,9 %) на формирование величины урожайности озимой пшеницы существенно

повлиял ГТК (17,7 %), при этом польность и длина ротации севооборотов практически не повлияла на урожайность (0,0 %), а взаимодействие севооборотов с ГТК дало изменения в масштабах всего лишь 0,2 %.

По показателю – выход зерна с 1 га пашни наиболее засухоустойчивым является 4-польный севооборот, в котором высеваются зерновые культуры трех биогрупп – озимые, яровые ранние и поздние.

Заключение. Результаты многолетних экспериментальных опытов в черноземной степи Нижнего Поволжья продемонстрировали тот факт, что в связи с усилением засушливости (аридности) климата снижается урожайность полевых культур и существенное уменьшается



Рис. 2. Изменение выхода зерна с 1 га пашни по годам в конце каждой ротации 4-польного зернопарового севооборота (т/га) и ГТК



выход зерна с единицы пашни. Улучшение использования биоклиматического потенциала, повышение устойчивости производства зерна и наибольший выход зерна с 1 га пашни были получены в 4-польном зернопаровом севообороте со всем набором биогрупп – озимых, яровых ранних и поздних, возделываемых как во времени, так и в пространстве. Отсутствие поля яровой поздней культуры (просо) в 2- и 3-польном севооборотах снизило выход зерна в сравнении с 4-польным как в среднем за 28 лет (1989–2020 гг.), так и в первую-четвертую, пятую-восьмую ротациях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

1. Азизов З.М., Архипов В.В., И.Г. Имашев И.Г. Устойчивость производства зерна в севооборотах степи Нижнего Поволжья // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 7. – С. 4–9.
2. Влияние повторных посевов яровой пшеницы на состояние почвенного плодородия и агрофитоценоза в лесостепи Западной Сибири / Л.В. Юшкевич [и др.] // Плодородие. – 2020. – № 1. – С. 33–37.
3. Влияние способов обработки почвы на загрязненность и продуктивность озимой пшеницы / С.И. Воронов [и др.] // Аграрная Россия. – 2020. – № 9. – С. 3–7.
4. Горянин О.И. Возделывание полевых культур в Среднем Заволжье. – Самара, 2019. – 345 с.
5. Доспехов Б.А. Методики полевого опыта. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
6. Кирюшин В.И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно-

ландшафтных системах земледелия // Почвоведение. – 2019. – № 9. – С. 1130–1139.

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

8. 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.

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

10. Фирсов А.И. Развитие концептуальных положений систем сухого земледелия // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2020. – № 1(24). – С. 14–22.

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

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

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

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

Ключевые слова: зернопаровой севооборот; чернозем южный; урожайность; гидротермический коэффициент; Нижнее Поволжье.

THE CHANGE IN GRAIN YIELD BY ROTATION OF CROP ROTATIONS OF THE CHERNOZEM STEPPE OF THE LOWER VOLGA REGION

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

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

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

Keywords: grain-fallow crop rotation; chernozem southern; yield; hydrothermal coefficient; Lower Volga Region.

The influence of rotation length and fullness of grain – fallow crop rotations with a different set of biological groups (biogroups) - winter, early spring and late spring crops on the yield of grain crops and grain yield from 1 hectare (ha) of arable land in the chernozem steppe of the Saratov Right Bank is analyzed, based on calculations for 4-field - 8 rotations, starting from 1989 and ending in 2020 (2-field - 16 rotations, 3-field - 10). It was revealed that the highest grain yield of 1.63 tons (t) from 1 ha of

arable land, both on average for 32 years (1989–2020), and (1.82 t/ha) in the first-fourth (1989–2004) and (1.44 t/ha) of the fifth-eighth rotations (2005–2020), is observed in the 4-field grain – fallow crop rotation with a set of biogroups-winter, spring early and late. The absence of a field of spring late crop (millet) in the 2- and 3-field crop rotations reduces the grain yield by 0.11 and 0.30 t/ha, respectively, in comparison with the 4-field, both on average for all years, and by 0.22 and 0.28 t/ha in the first-fourth and by 0.20 and 0.32 t/ha in the fifth-eighth rotations. During the transition from the first-fourth rotation to the fifth-eighth, a significant decrease in the yield of field crops was established: winter wheat in the 3-field crop rotation by 0.87 t/ha or 26.6 %, 2-field by 0.72 t/ha or 22.4% and 4-field by 0.70 t/ha or 21.8 %; millet by 0.43 t/ha or 16.3 %, spring hard by 0.40 t/ha or 29.6 %, soft by 0.35 t/ha or 24.6 %. In all three spring crops, the yield reduction is 2.0 times lower than that of winter wheat. In general, according to crop rotations, the yield of winter wheat, both for the entire period of research, and in the first-fourth, fifth-eighth rotation, fluctuated within limits of the error of the experiment.

