

## ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАСЫЩЕНИЯ ПШЕНИЦЕЙ И ПОДСОЛНЕЧНИКОМ НА КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ СТЕПИ

А. А. Гаркуша, В. И. Усенко, В. И. Кравченко, Д. В. Пургин

Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, г. Барнаул, Россия  
[aniish@mail.ru](mailto:aniish@mail.ru)

**АННОТАЦИЯ.** Исследования проводили с целью изучения урожайности пшеницы, овса и подсолнечника в зависимости от предшественника и удобрений и их влияния на продуктивность севооборотов на каштановых почвах Западной Сибири. Работу выполняли в 2014–2019 гг. в длительных стационарных полевых опытах Кулундинской СХОС. Продуктивность 1 га пашни зависела в основном (86,2%) от севооборота, увеличиваясь с 0,47...0,54 тыс. зерн. ед. в агроценозах без подсолнечника до 1,11 тыс. зерн. ед. при его доле 50%, окупаемость азотных удобрений одновременно возрастала с 3,67...4,00 до 9,00 зерн. ед./кг.

**Ключевые слова:** севооборот, предшественник, каштановая почва, яровая пшеница, овес, подсолнечник.

**Актуальность.** В последние годы существенно изменилась структура посевных площадей, что приводит к разбалансированности севооборотов [1, 2]. В Алтайском крае посевы кормовых культур сократились с 1,7 до 0,8 млн. га, а масличных – возросли с 0,3 до 1,2 млн. га. В степных районах края площади под подсолнечником, по отношению к зерновым культурам, достигают 50–60 и даже 80–85% при средней величине этого показателя по краю около 23% [3]. Это обуславливает необходимость переосмысления роли севооборотов и предшественников в формировании урожаев основных культур и продуктивности пашни в целом [3, 4], особенно в условиях недостаточного увлажнения и при переходе на минимальные и нулевые технологии [5].

Цель работы – изучения урожайности пшеницы, овса и подсолнечника в зависимости от предшественника и удобрений и их влияния на продуктивность севооборотов на каштановых почвах Западной Сибири.

**Условия, объекты и методы исследования.** Исследования проводили в 2014–2024 гг. в стационарном (с 1968 г.) полевом опыте Кулундинской СХОС. Схема опыта: севооборот (фактор А) – зернопаровой (пар – пшеница – пшеница – овес); зернопаропропашной с долей подсолнечника 16,7% (пар – пшеница – пшеница – овес – пшеница – подсолнечник); зер-

нопаропропашной с долей подсолнечника 25% (пар – пшеница – пшеница – подсолнечник); зернопаропропашной с долей подсолнечника 28,6% (пар – пшеница – пшеница – овес – пар – подсолнечник – подсолнечник); зернопропашной с долей подсолнечника 50% (пшеница – подсолнечник – овес – подсолнечник); бесменная пшеница; азотные удобрения (фактор В) – без удобрений (0), N30. Севообороты развернуты во времени и в пространстве. Повторность трехкратная. Почва – каштановая супесчаная, с низким (1,7–2,0%) содержанием гумуса и нитратного азота, средним (по Мачигину) – подвижного фосфора и высоким – калия, нейтральной реакцией среды. Агротехника в опыте общепринятая в зоне. Азотные удобрения (N30) вносили весной до посева. Высевали сорт яровой мягкой пшеницы Степная волна, овса – Пегас, подсолнечника – Кулундинский-1.

**Обсуждение результатов.** За май-август ГТК в 2015 г. составлял 0,49, в 2014 и 2019 гг. – 0,53...0,56, в 2016–2018 гг. – 0,73...0,78 при среднем многолетнем значении 0,62. Особенности формирования водного, питательного режимов каштановой почвы, фитосанитарного состояния посевов, в зависимости от приемов обработки и предшественников в условиях степи подробно проанализированы ранее [3, 6, 7].

По пару пшеница формировала урожай без удобрений 0,80...0,86 т/га, при внесении

N30–0,94...1,04 т/га (табл. 1). На ее варьирование основное влияние оказывали азотные удобрения (86,2%). Замена овса подсолнечником с трансформацией севооборота из зернопарового в зернопаропропашной увеличивала урожайность пшеницы после пара как на неудобренном (0,80 и 0,86 т/га), так и на удобренном (0,94 и 1,04 т/га) фонах. Добавление к зернопаровому севообороту зернопропашного звена обеспечивало увеличение урожайности пшеницы на неудобренном фоне на 0,06 т/га (7,5%), на удобренном – на 0,10 т/га (10,6%), в сравнении с зернопаровым севооборотом. Дальнейшее насыщение севооборота подсолнечником и паром не оказывало заметного влияния на сбор зерна пшеницы после пара. Окупаемость азотных удобрений прибавкой урожая пшеницы по пару в зависимости от севооборота изменялась с 4,67 до 6,00 кг/кг.

Урожайность пшеницы после непаровых предшественников была ниже, чем после пара – 0,43...0,73 т/га на неудобренных фонах и 0,59...0,88 т/га на удобренных (см. табл. 1), определяясь вкладом предшественника (59,3%) и удобрений (39,9%). Лучшие условия для формирования урожая культуры складывались после овса (без удобрений – 0,73 т/га, N30–0,88 т/га), что было больше, чем после подсолнечника (на 0,11 и 0,09 т/га), пшеницы в севообороте (на 0,02...0,11 и 0,03...0,12 т/га) и при бессменном возделывании (на 0,30 и 0,29 т/га). Окупаемость азотных удобрений составляла 3,67–5,33 кг/кг.

Урожайность овса была сопоставима с пшеницей после пара и определялась вкладом удобрений (59,0%) и предшественников (40,7%). При изменении севооборота средний сбор зерна овса возрастал с 0,80 до 0,93 т/га, а

Таблица 1. Урожайность яровой пшеницы в зависимости от севооборота, предшественника и азотных удобрений (среднее за 2014–2023 гг.), т/га

Севооборот, предшественник (фактор А)	Удобрение (фактор В)			Окупаемость азота, кг/кг
	0	N30	среднее	
Пшеница после пара				
Пар – пшеница – пшеница – овес	0,80	0,94	0,87	4,67
Пар – пшеница – пшеница – подсолнечник	0,86	1,00	0,93	4,67
Пар – пшеница – пшеница – овес – пшеница – подсолнечник	0,86	1,04	0,95	6,00
Пар – пшеница – пшеница – овес – пар – подсолнечник – подсолнечник	0,82	0,97	0,90	5,00
Среднее	0,83	0,99	0,91	5,33
НСР <sub>05</sub> для факторов: А – 0,07; В – 0,05; АВ – 0,07; частных различий – 0,10 Доля влияния факторов, %: А – 13,1; В – 86,2; АВ – 0,7				
Пшеница после непаровых предшественников				
Пар – пшеница – пшеница – овес	0,71	0,85	0,78	4,67
Пар – пшеница – пшеница – подсолнечник	0,66	0,82	0,74	5,33
Пар – пшеница – пшеница – овес – пшеница – подсолнечник	0,70	0,81	0,76	3,67
Пар – пшеница – пшеница – овес – пшеница – подсолнечник	0,73	0,88	0,80	5,00
Пшеница – подсолнечник – овес – подсолнечник	0,62	0,79	0,71	5,67
Пар – пшеница – пшеница – овес – пар – подсолнечник – подсолнечник	0,62	0,76	0,69	4,67
Бессменная пшеница	0,43	0,59	0,51	5,33
Среднее	0,64	0,79	0,71	5,00
Среднее НСР <sub>05</sub> для факторов: А – 0,07; В – 0,04; АВ – 0,07; частных различий – 0,10 Доля влияния факторов, %: А – 59,3; В – 39,9; АВ – 0,8				

при внесении N30 – с 0,81 до 0,92 т/га (табл. 2). Наиболее благоприятные условия для формирования урожая культуры складывались после пшеницы в севооборотах с паром и одним-двумя полями (16,7–28,6%) подсолнечника (без удобрений – 0,82–0,91 т/га, N30–0,96–1,04 т/га), в сравнении с размещением после пшеницы в зернопаровом севообороте и после подсолнечника (соответственно по фонам 0,75–0,76 и 0,89–0,92 т/га). Окупаемость азота удобрений прибавкой урожая овса, как и пшеницы, была невысокой и в зависимости от севооборота изменялась от 4,33 до 5,33 кг/кг.

Подсолнечник формировал более высокую урожайность маслосемян, по сравнению с пшеницей и овсом (см. табл. 2). Она определялась действием удобрений (60,8%) и предшественников (38,2%). Лучшие условия для формирования урожая культуры складывались после пара (без удобрений – 0,97 т/га, на фоне

N30–1,16 т/га) и после пшеницы (0,80...0,87 и 1,04...1,08 т/га), в сравнении с размещением по подсолнечнику и овсу (0,69 и 0,92...0,94 т/га). Окупаемость азота прибавкой урожая подсолнечника была наибольшей в опыте и в зависимости от севооборота изменялась с 6,00 до 8,33 кг/кг.

Продуктивности пашни зависела больше от культур в севообороте, прежде всего доли подсолнечника (вклад 77,0%), чем от азотных удобрений (21,5%) (табл. 3). Максимальной она была в севообороте с долей подсолнечника 50% – 0,98 тыс. зерн. ед./га, что было в 1,7 раза больше, чем в традиционном зернопаровом севообороте (0,58 тыс. зерн. ед./га), и в 1,9 раза больше, чем при бессменном возделывании пшеницы (0,51 тыс. зерн. ед./га). Существенное изменение отдачи от азотных удобрений, влияние которых во всех севооборотах было достоверным, отмечено только в 4-польном

Таблица 2. Урожайность овса и подсолнечника в зависимости от севооборота, предшественника и удобрений (среднее за 2014–2023 гг.), т/га

Севооборот, предшественник (фактор А)	Удобрение (фактор В)			Окупаемость азота, кг/кг
	0	N30	среднее	
Овес				
Пар – пшеница – пшеница – овес	0,76	0,92	0,84	5,33
Пар – пшеница – пшеница – овес – пшеница – подсолнечник	0,91	1,04	0,97	4,33
Пшеница – подсолнечник – овес – подсолнечник	0,75	0,89	0,82	4,67
Пар – пшеница – пшеница – овес – пар – подсолнечник – подсолнечник	0,82	0,96	0,89	4,67
Среднее	0,81	0,95	0,88	4,67
НСР <sub>05</sub> для факторов: А – 0,07; В – 0,05; АВ – 0,07; частных различий – 0,10 Доля влияния факторов, %: А – 40,7; В – 59,0; АВ – 0,3				
Подсолнечник				
Пар – пшеница – пшеница – подсолнечник	0,87	1,05	0,96	6,00
Пар – пшеница – пшеница – овес – пшеница – подсолнечник	0,83	1,08	0,95	8,33
Пшеница – подсолнечник – овес – подсолнечник	0,80	1,04	0,92	8,00
Пшеница – подсолнечник – овес – подсолнечник	0,69	0,92	0,81	7,67
Пар – пшеница – пшеница – овес – пар – подсолнечник – подсолнечник	0,97	1,16	1,07	6,33
Пар – пшеница – пшеница – овес – пар – подсолнечник – подсолнечник	0,69	0,94	0,81	8,33
Среднее	0,81	1,03	0,92	7,33
НСР <sub>05</sub> для факторов: А – 0,09; В – 0,05; АВ – 0,09; частных различий – 0,13 Доля влияния факторов, %: А – 38,2; В – 60,8; АВ – 1,0				

Таблица 3. Статистики изменения содержания общего азота и азотминерализующего потенциала (N<sub>0</sub>) почвы в слое 0–20 см

Признаки оценки		Статистические показатели, n = 24				N <sub>0</sub>	
почва	вариант	M ± m	lim	σ	V, %	мг/кг	%
каштановая	исходное	1370.1 ± 40.0	1257.5–1463.1	98.0	7.2	–	–
	контроль	1171.7 ± 28.4	1011.1–1321.1	94.3	8.1	29.8	2.17
	фон + N	1302.3 ± 10.7	1189.3–1423.1	35.4	2.7	11.4	0.8
лугово-черноземная	исходное	4332.0 ± 65.3	4112.5–4402.0	159.9	3.69	–	–
	контроль	4013.0 ± 59.2	3700.2–4288.7	167.5	4.17	61.6	1.4
	фон + N	4337.6 ± 59.2	4219.3–4435.1	9.40	0.22	3.40	0.08

HCP<sub>05</sub> каштановая почва: контроль ... 12.77, фон + N ... 10.47  
 лугово-черноземная мерзлотная почва: контроль ... 32.17, фон + N ... 3.71

Таблица 4. Продуктивность 1 га пашни севооборота в зависимости от азотных удобрений (среднее за 2014–2023 гг.), тыс. зерн. ед.

Севооборот (фактор А)	Удобрение (фактор В)			Окупаемость азота, кг/кг
	0	N <sub>30</sub>	среднее	
Пар – пшеница – пшеница – овес	0,53	0,63	0,58	3,33
Пар – пшеница – пшеница – овес – пшеница – подсолнечник	0,71	0,86	0,78	5,00
Пар – пшеница – пшеница – подсолнечник	0,70	0,84	0,77	4,67
Пар – пшеница – пшеница – овес – пар – подсолнечник – подсолнечник	0,65	0,80	0,72	5,00
Пшеница – подсолнечник – овес – подсолнечник	0,85	1,10	0,98	8,33
Бессменная пшеница	0,43	0,59	0,51	5,33
Среднее	0,64	0,80	0,72	5,33

HCP<sub>05</sub> для факторов: А – 0,08; В – 0,04; АВ – 0,08; частных различий – 0,11  
 Доля влияния факторов, %: А – 77,0; В – 21,5; АВ – 1,5

зернопропашном севообороте с долей подсолнечника 50% – 8,33 зерн. ед./кг против 3,33–5,33 зерн.ед./кг.

**Выводы.** Возделывание пшеницы после пара на каштановых почвах обеспечивало урожайность зерна без удобрений 0,80–0,86, на фоне N<sub>30</sub>–0,90...1,04 т/га. Ее изменение определялось в основном вкладом удобрений (86,2%), а по непаровым предшественникам – севооборотом (59,3%) и удобрениями (39,9%) при лучших условиях для формирования урожая после овса (без удобрений – 0,73, N<sub>30</sub>–0,88 т/га). Урожайность овса зависела как от удобрений (59,0%), так и от предшественника (40,7%) и была выше после пшеницы в зернопаропропашных севооборотах (на неудобренном фоне 0,82–0,91 т/га, на удобренном – 0,96–1,04 т/га), в сравнении с размещением после пшеницы

в зернопаровом севообороте, или после подсолнечника в зернопаропропашном (соответственно по фонам 0,75...0,76 и 0,89...0,92 т/га).

Подсолнечник формировал наибольшую в опыте урожайность, которая зависела от удобрений (60,8%) и от предшественника (38,2%), после пара без удобрений она составляла 0,97 т/га, на фоне N<sub>30</sub>–1,16 т/га, по пшенице – 0,80–0,87 и 1,04–1,08 т/га, по подсолнечнику или овсу – 0,69 и 0,92–0,94 т/га при окупаемости азота удобрений прибавкой урожая 8,00–8,33 кг/кг. Продуктивность пашни определялась в основном севооборотом (77,0%) и возрастала с 0,51–0,58 тыс. зерн. ед. в агроценозах без подсолнечника до 1,11 тыс. при его доле 50%.

# PRODUCTIVITY OF CROP ROTATIONS DEPENDING ON FROM SATURATION WITH WHEAT AND SUNFLOWER ON THE CHESTNUT SOILS OF THE STEPPE

*A. A. Garkusha, V. I. Usenko, V. I. Kravchenko, D. V. Purgin*  
*Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies, Barnaul, Russia\_*  
*[aniish@mail.ru](mailto:aniish@mail.ru)*

**ABSTRACT.** The research was carried out to study the yields of wheat, oats and sunflower depending on the precursor and fertilizers and their effect on crop rotation productivity on chestnut soils of Western Siberia. The work was carried out in 2014–2019 in long-term stationary field experiments of the Kulunda Agricultural Academy. The productivity of 1 ha of arable land depended mainly (86.2%) on crop rotation, increasing from 0.47...0.54 thousand grains. units in agrocenoses without sunflower to 1.11 thousand grains. units with its share of 50%, the payback of nitrogen fertilizers simultaneously increased from 3.67...4.00 to 9.00 grains. units/kg.

**Keywords:** *crop rotation, precursor, chestnut soil, spring wheat, oats, sunflower*

## Литература

- 1 Оптимизация посевных площадей Ставропольского края на основе агроресурсного потенциала / Е. В. Письменная, М. Ю. Азарова, В. А. Стукало и др. // Земледелие. 2019. № 7. С. 8–11. doi: 10.24411/0044–3913–2019–10701.
- 2 Агротехнические приемы повышения продуктивности пашни в Приенисейской Сибири / А. А., Шпедт, В. Н. Романов, Ю. Н. Трубников и др. // Вестник КрасГАУ. 2022. № 7. С. 11–19.
- 3 Средообразующая роль и продуктивность яровой пшеницы, овса и подсолнечника в степи юга Западной Сибири / А. А. Гаркуша, В. И. Усенко, В. И. Кравченко, и др. // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 7. С. 5–9. doi.org/10.24411/0235–2451–2020–10701.
- 4 Кирюшин В. И. Методология комплексной оценки сельскохозяйственных земель // Почвоведение. 2020. № 7. С. 871–879.
- 5 Влияние севооборота на эффективность использования пашни при возделывании полевых культур без обработки почвы / В. К. Дридигер, Р. С. Стукалов, Р. Г. Гаджимаров и др. // Земледелие. 2019. № 6. С. 28–32. doi: 10.24411/0044–3913–2019–10607.
- 6 Эффективность азотных удобрений и гербицидов в зернопаровом севообороте в зависимости от способа обработки каштановой почвы в Кулундинской степи / В. И. Усенко, А. А. Гаркуша, Д. В. Пургин и др. // Земледелие. 2019. № 6. С. 33–39. doi: 10.24411/0044–3913–2019–10608.
- 7 Формирование засоренности посевов в зернопаровом севообороте в зависимости от способа обработки почвы и применения средств химизации / Д. В. Пургин, В. И. Усенко, В. И. Кравченко и др. // Земледелие. 2019. № 8. С. 6–14. doi: 10.24411/0044–3913–2019–10802.