

УДК 631.559:631.582:631.92
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-351-7-8-89-92>

Краткий обзор/Brief review

Хрипунов А.И.,
Общая Е.Н.

ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», 356241,
Ставропольский край, г. Михайловск,
ул. Никонова, 49
E-mail: sniish@mail.ru

Ключевые слова: продуктивность, севооборот, минеральные удобрения, сбор зерна, выход кормовых единиц

Для цитирования: Хрипунов А.И., Об-
щая Е.Н. Продуктивность зерновых севообо-
ротов в ландшафтных условиях Центрального
Предкавказья. Аграрная наука. 2021; 351
(7-8): 89–92.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-351-7-8-89-92>

Конфликт интересов отсутствует

Alexander I. Khripunov,
Elena N. Obshchiya

North Caucasus Federal Agrarian Research Centre,
356241, Russia, Stavropol Territory, Mikhailovsk, st.
Nikonova, 49
E-mail: sniish@mail.ru

Key words: productivity, crop rotation, mineral
fertilizers, grain collection, exit feed units

For citation: Khripunov A.I., Obshchiya E.N.
Productivity of grain crop rotations in the
landscape conditions of the Central Ciscaucasia.
Agrarian Science. 2021; 351 (7-8): 89–92. (In
Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-351-7-8-89-92>

There is no conflict of interests

Продуктивность зерновых севооборотов в ландшафтных условиях Центрального Предкавказья

РЕЗЮМЕ

Повышение урожайности наиболее рентабельных полевых культур и их размещение в севооборотах является актуальной проблемой земледелия. Цель исследований — изучить продуктивность зерновых севооборотов с различным насыщением озимой пшеницей на различных фонах питания и таксонах ландшафта в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Продуктивность зерновых севооборотов зависит от складывающихся погодных условий, внесения минеральных удобрений, насыщения севооборотов озимой пшеницей и местоположения в рельефе. Максимальный выход зерновых единиц наблюдался в севооборотах с озимыми культурами. В севообороте с яровым ячменем их собрали на 3,5–4,2 ц меньше. Применение удобрений увеличивало сбор зерновых единиц в среднем на 4,9–6,1 ц/га. На окраине плакора (А₁) в связи с более низким плодородием почв получен минимальный сбор зерновых единиц (20,2 ц). На среднем (А₂) и нижнем (А₃) склоне их сбор повышался на 11,7 ц, или 57,9%, и 14,5 ц, или 71,8%. В первом севообороте с 60%-ным насыщением озимой пшеницы получен максимальный выход зерна этой культуры. Во втором и третьем севообороте с 40%-ным насыщением зерна собрали на 6,2–6,3 ц меньше. Внесение удобрений в дозе N₄₀P₄₀K₄₀ увеличивало сбор зерна в первом севообороте на 4,1, во втором — на 2,2 и в третьем — на 2,4 ц, а по таксонам: на А₁ — на 1,4, на А₂ — на 3,6 и на А₃ — на 3,8 ц. По таксонам ландшафта выход зерна озимой пшеницы различался на 7,9–10,2 ц при максимальном значении на нижнем склоне. По выходу зерновых и кормовых единиц на всех фонах питания лидировали 1-й и 3-й севообороты, а по выходу зерна озимой пшеницы — севооборот с 3 полями озимой пшеницы.

Productivity of grain crop rotations in the landscape conditions of the Central Ciscaucasia

ABSTRACT

Increasing the yield of the most profitable field crops and their placement in crop rotations is an urgent problem of agriculture. The purpose of the studies is to study the productivity of grain crop rotations with various saturation of winter wheat on various power backgrounds and landscape taxons in the zone of unstable moisturizing of the Stavropol Territory. Productivity of grain crop rotations depends on the developing weather conditions, the introduction of mineral fertilizers, saturation of crop rotations with winter wheat and location in the relief. The maximum yield of grain units was observed in crop rotations with winter crops. In crop rotation with a spring barley, they were collected by 3.5–4.2 c less. The use of fertilizers increased the collection of grain units on average by 4.9–6.1 c/ha. On the outskirts of the placard (A₁) due to lower soil fertility the minimum collection of grain units was obtained (20.2 c). On average (A₂) and lower (A₃) slopes their fee increased by 11.7 c, or 57.9%, and by 14.5 c, or 71.8%. In the first crop rotation with 60% saturation of winter wheat the maximum yield of the grain of this culture was obtained. In the second and third crop rotation with 40% grain saturation was assembled by 6.2–6.3 c less. Putting fertilizers in a dose of N₄₀P₄₀K₄₀ increased the grain collection in the first crop rotation by 4.1, in the second — by 2.2 and in the third — by 2.4 c, and according to taxons: on A₁ — by 1.4, on A₂ — by 3.6 and on A₃ — by 3.8 c. According to the landscape taxons, the release of grain of winter wheat differed at 7.9–10.2 c with the maximum value on the lower slope. Upon the exit of the grain and feed units on all power backgrounds, 1st and 3rd crop turns were leading, and in the exit of the grain of winter wheat — crop rotation with 3 fields of winter wheat.

Поступила: 2 апреля
После доработки: 27 июля
Принята к публикации: 10 августа

Received: 2 April
Revised: 27 July
Accepted: 10 August

Введение

В рыночных условиях хозяйствования в связи с существенным изменением основ землепользования одним из основных средств увеличения производства зерна является использование специализированных севооборотов, положительно влияющих на почвенные процессы и баланс питательных веществ, способных создавать благоприятные условия для улучшения и стабилизации водного режима почвы [1–4].

Система севооборотов позволяет наиболее целесообразно использовать почвенную влагу, в значительной степени предотвращать негативное действие засухи и почвенной эрозии, регулировать почвенное плодородие, решать проблемы с разработкой и внедрением в производство современных агротехнологий в рамках агроландшафтных систем земледелия [5–7].

Состав и размещение культур в севооборотах должен соответствовать современным агроклиматическим изменениям зон возделывания, складывающейся ситуации на зерновом рынке, учитывать адаптивность культур к местоположению и плодородию ландшафтов и своевременно вносить необходимые коррективы в условиях крайней нестабильности мировой конъюнктуры [8–10].

Цель исследований — изучить продуктивность зерновых севооборотов с различным насыщением озимой пшеницей на различных фонах питания и таксонах ландшафта в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края.

Условия, материалы и методы исследования

Летне-осенний период 2017 г. был очень засушлив. ГТК за июль — октябрь составил 0,49. За сентябрь выпало всего 15 мм осадков (35%). Перед посевом в 3-й декаде сентября осадки отсутствовали. Температура воздуха в сентябре превышала норму (1981–2010 гг.) на 3,4 °С. В первой декаде октября было сухо и прохладно и лишь во второй и третьей декадах выпало обильное количество осадков, что позволило получить всходы озимых. Весенне-летние условия в 2018 г. были такими же засушливыми, как и летне-осенние. ГТК за апрель — июнь составил 0,41.

ГТК за июль — октябрь 2018 г. составил 0,85. Перед посевом выпало всего 7 мм осадков при повышенной температуре воздуха (на 2,2 °С), а за весь месяц температура была повышена на 1,8 °С. В первой декаде октября выпало 13 мм осадков, во второй — отсутствовали, в третьей — 29 мм. Температура в октябре превышала норму на 2,7 °С, а в 3-й декаде — на 4,5 °С. Недобор осадков за апрель составил 55%, за май — 75 и за июнь — 68%, а за всю весенне-летнюю вегетацию 2019 г. — 67% при повышенной температуре на 2,3 °С. ГТК за апрель-июнь составил 0,52.

За сентябрь 2019 г. выпало 51 мм осадков при норме 43 мм. В первой декаде октября выпало 17 мм, что позволило получить всходы озимых. Во второй и третьей декадах осадки практически отсутствовали. Октябрь был теплым. В феврале, марте и апреле осадков выпало меньше нормы на 34, 85 и 83%. Недобор осадков за январь — апрель 2020 г. составил 65 мм. Несмотря на то, что май (ГТК = 1,69) и июнь (ГТК = 1,26) были благоприятными, за январь — июнь недополучено 56 мм осадков. В предшествующий 2019 г. недобор осадков за

год составил 167 мм, что негативно сказалось на продуктивности полевых культур.

Таким образом, в большинстве лет предпосевной и посевной периоды озимой пшеницы были засушливыми. В 2018 г. была апрельско-июньская, в 2019 г. июньская и в 2020 г. — мартовско-апрельская засухи. Никогда еще за последние 60 лет не было 3 года подряд такого неблагоприятного сочетания летне-осенних и весенне-летних засух.

Исследования проводили в 2018–2020 гг. в трех пятипольных зерновых севооборотах, полностью развернутых во времени и пространстве на экспериментальном полигоне «Агроландшафт», организованном в 1996 году на площади 216 га в виде действующей модели фермерского хозяйства.

Полигон относится к урочищу Балки Ташлянского ландшафта байрачных лесостепей. Землепользование представлено склоновыми землями от 2° до 5° и организовано на ландшафтных принципах, которые выявили: А₁ — подурочище окраины плакора, А₂ — подурочище верхней части склона, А₃ — подурочище нижней части склона.

Характеристика почвенного покрова и рельефа участка:

таксон А₁с одержит 2,3% гумуса, Р₂О₅ — 10 мг/кг, К₂О — 133 мг/кг, мощность профиля — 59 см, балл бо-нитета — 37, характер рельефа — плакор;

таксон А₂с одержит 3,2% гумуса, Р₂О₅ — 21 мг/кг, К₂О — 205 мг/кг, мощность профиля — 81 см, балл бо-нитета — 45, характер рельефа — склон коренной;

таксон А₃ содержит 3,7% гумуса, Р₂О₅ — 10 мг/кг, К₂О — 223 мг/кг, мощность профиля — 71 см, балл бо-нитета — 48, характер рельефа — склон коренной.

Опыт заложен по 3-факториальной схеме: А₃В₂С₃.

Фактор А — севооборот: три 5-польных зерновых севооборота;

Фактор В — фон питания:

1 — естественное плодородие почвы;

2 — средние дозы минеральных удобрений (за ротацию каждого севооборота N₁₈₉P₂₂₀K₁₈₀).

Фактор С — местоположение в рельефе:

1 — почвы плакора, чернозем обыкновенный, слабогумусированный, щебенчато-супесчаный (легкий суглинок), крутизна 1,3°;

2 — почва коренных склонов, 3° Ю-В экспозиции, чернозем обыкновенный, слабогумусированный, супесчаный, легкосуглинистый;

3 — почва склонов речных долин, 3,4° Ю-ЮВ экспозиции, чернозем обыкновенный, среднемощный, среднесуглинистый.

Агротехника возделывания полевых культур общепринятая для зоны неустойчивого увлажнения. Общая площадь делянки 72 м², учетная — 18 м². Повторность

Таблица 1. Схема чередования культур и система удобрений в севооборотах

Table 1. Crop rotation scheme and fertilization system in crop rotations

№ севооборота			Система удобрений
1	2	3	
Горох	Горох	Горох	N ₉ P ₄₀
Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀
Озимая пшеница	Яровой ячмень	Озимый ячмень	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀
Озимый рапс (лен)	Озимый рапс (лен)	Озимый рапс (лен)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀
Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀

Таблица 2. Урожайность различающихся по севооборотам культур в годы исследований, т/га
Table 2. Yield of crops with different crop rotations in the years of research, t/ha

Культура	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее	Р
Контроль (без удобрений)					
Озимая пшеница	2,85	3,76	2,24	2,95	
Озимый ячмень	3,06	4,06	2,35	3,16	
Яровой ячмень	0,83	1,46	1,95	1,41	
Удобренный фон					0,042
Озимая пшеница	3,86	4,31	2,57	3,58	
Озимый ячмень	3,70	5,06	2,54	3,77	
Яровой ячмень	1,09	1,63	2,65	1,79	

Таблица 3. Продуктивность севооборотов в зерновых единицах на разных фонах питания и таксонах агроландшафта, ц
Table 3. Productivity of crop rotations in grain units on different nutritional backgrounds and taxons of the agricultural landscape, c

№ севооборота (с/о)	A ₁		A ₂		A ₃		Среднее		
							фон * с/о		с/о
	н/уд	уд.	н/уд	уд.	н/уд	уд.	н/уд	уд.	
1	19,2	22,9	30,1	36,7	31,5	38,9	26,9	32,8	29,9
2	15,8	19,8	26,6	31,4	29,3	35,1	23,9	28,8	26,4
3	19,9	23,6	29,9	36,7	32,8	40,5	27,5	33,6	30,6
Среднее (фон*таксон)	18,3	22,1	28,9	34,9	31,2	38,2			
Среднее (по таксону)	20,2		31,9		34,7		P ₁₋₂ 0,016	P ₂₋₃ 0,073	P ₁₋₃ 0,008
P1 _{уд/неуд}	0,058		0,036		0,032				
P2 _{уд/неуд}	0,062		0,013		0,018				
P3 _{уд/неуд}	0,065		0,015		0,021				

Таблица 4. Выход зерна озимой пшеницы с 1 га севооборотной площади на разных фонах питания и таксонах агроландшафта, ц
Table 4. The yield of winter wheat grain from 1 ha of the crop rotation area on different nutritional backgrounds and taxons of the agricultural landscape, c

№ севооборота (с/о)	A ₁		A ₂		A ₃		Среднее		
							фон * с/о		с/о
	н/уд	уд.	н/уд	уд.	н/уд	уд.	н/уд	уд.	
1	12,7	14,5	20,4	25,2	21,9	27,5	18,3	22,4	20,4
2	7,8	8,9	14,1	16,8	17,2	20,0	13,0	15,2	14,1
3	8,1	9,2	14,4	17,7	16,5	19,3	13,0	15,4	14,2
Среднее (фон*таксон)	9,5	10,9	16,3	19,9	18,5	22,3			
Среднее (по таксону)	10,2		18,1		20,4		P ₁₋₂ 0,021	P ₂₋₃ 0,057	P ₁₋₃ 0,001
P1 _{уд/неуд}	0,164		0,043		0,038				
P2 _{уд/неуд}	0,076		0,048		0,041				
P3 _{уд/неуд}	0,068		0,046		0,044				

опыта — трехкратная. Оценку севооборотов проводили по выходу зерна озимой пшеницы и всех зерновых и кормовых культур с гектара севооборотной площади.

Результаты исследований

Изучаемые севообороты различаются между собой чередованием культур в 3-ем поле, где после гороха на зерно и озимой пшеницы в первом севообороте размещена вторая озимая пшеница, во втором — яровой ячмень и в третьем — озимый ячмень. В связи с весенне-летней засухой в последние три года урожайность ярового ячменя по сравнению с озимыми зерновыми значительно снизилась: на фоне без внесения удобрений — в 2,1–2,2 раза, а с внесением удобрений — в 2,0–2,1 раза. Достоверные различия по урожайности между фонами питания отмечены только по озимой пшенице (табл.2).

Статистическая значимость различий между показателями опытной и контрольной групп — при $p < 0,05$ (критерий Манна — Уитни).

Максимальный выход зерновых единиц наблюдался в 3-м и 1-м севооборотах с озимыми культурами. В севообороте с яровым ячменем зерновых единиц с гектара севооборотной площади собрали на 3,5–4,2 ц меньше. Применение минеральных удобрений способствовало увеличению сбора зерновых единиц в среднем по севооборотам на 4,9–6,1 ц/га. На окраине плакора (A₁) в связи с более низким плодородием и более легким механическим составом почв получен минимальный сбор зерновых единиц (20,2 ц). На среднем (A₂) и нижнем (A₃) склоне сбор зерновых единиц повышался на 11,7 ц, или 57,9%, и 14,5 ц, или 71,8%. Отдача от применения минеральных удобрений минимальной была также на окраине плакора, на таксонах A₂ и A₃ прибавка от удобрений увеличилась на 2,2–3,2 ц/га по сравнению с A₁. Существенные различия по выходу зерновых единиц между фонами питания наблюдались по всем севооборотам на среднем и нижнем склоне и между таксонами A₁₋₂ и A₁₋₃ (табл. 3).

Максимальный выход зерна озимой пшеницы получен в первом севообороте с 60%-ным насыщением этой культуры. Во втором и третьем севообороте с 40%-ным насыщением озимой пшеницей зерна собрали на 6,2–6,3 ц меньше. Внесение минеральных удобрений в дозе N₄₀P₄₀K₄₀ под предпосевную культивацию уве-

Таблица 5. Продуктивность зерновых севооборотов на разных фонах питания, ц (среднее по таксонам)
Table 5. Productivity of grain crop rotations on different nutritional backgrounds, c (average for taxones)

№ с/о	Контроль			Удобренный фон		
	всего зерновых	в том числе озимой пшеницы	кормовых единиц	всего зерновых	в том числе озимой пшеницы	кормовых единиц
1	26,9	18,3	33,9	32,8	22,4	40,8
2	23,9	13,0	31,5	28,8	15,2	36,2
3	27,5	13,0	34,9	33,6	15,4	42,7
Р _{уд/контроль}				0,034	0,052	0,004

личивало сбор зерна озимой пшеницы в первом севообороте на 4,1 ц, во втором — на 2,2 ц и в третьем — на 2,4 ц, а по таксонам: на А₁ — на 1,4 ц, на А₂ — на 3,6 и на А₃ — на 3,8 ц. На окраине плакора выход зерна озимой пшеницы с 1 га севооборотной площади составил всего 10,2 ц, на среднем склоне он повышался на 7,9 ц, а на нижнем склоне возрастал в 2 раза. Достоверные различия по выходу зерна озимой пшеницы между фонами питания наблюдались по всем севооборотам на среднем и нижнем склоне и между таксонами А₁₋₂ и А₁₋₃ (табл. 4).

По сбору зерна озимой пшеницы лидировал 1-й севооборот с 3 полями озимой пшеницы. Выход зерна озимой пшеницы по таксонам ландшафта различался на 77,5–200%, а улучшение условий минерального питания увеличивало его сбор в среднем на 2,93 ц/га. Максимальный выход зерновых единиц и зерна озимой пшеницы наблюдался на нижнем склоне (А₃). По выходу кормовых единиц на всех фонах питания лидировали 3-й и 1-й севообороты с озимыми зерновыми. Достоверные различия по севооборотам между фонами питания отмечены по выходу зерновых и кормовых единиц (табл. 5).

ЛИТЕРАТУРА/ REFERENCES

1. Уланов А. К., Будажапов Л. В. Продуктивность каштановой почвы в зависимости от условий увлажнения при многолетнем воздействии севооборотов, приемов основной обработки и удобрений в сухой степи. Земледелие. 2019; 1: 15–18. [Ulanov A.K., Budazhapov L.V. Productivity of chestnut soil depending on moisture conditions under long-term influence of crop rotations, methods of basic processing and fertilizers in dry steppe. Zemledelie. 2019; 1: 15–18. (In Russ.)]

2. Гладышева О.В., Свирина В.А., Артюхова О.А. Влияние севооборотов и минеральных удобрений на гумусовое состояние почвы в длительном стационарном опыте. Аграрная наука. 2020; 10: 83–87. [Gladysheva O.V., Svirina V.A., Artyukhova O.A. The influence of crop rotations and mineral fertilizers on the humus state of the soil in a long-term stationary experiment. Agrarnaya nauka. 2020; 10: 83–87. (In Russ.)]

3. Шеховцов Г. А., Чайкина Н. Н. Мониторинг плодородия почв, динамика применения минеральных и органических удобрений, баланс элементов питания в почвах восточной части Ставропольского края. Земледелие. 2018; 6: 21–26. [Shekhovtsov G. A., Chaikina N. N. Monitoring of soil fertility, the dynamics of the use of mineral and organic fertilizers, the balance of nutrients in the soils of the eastern part of the Stavropol Territory. Zemledelie. 2018; 6: 21–26. (In Russ.)]

4. Морозов Н.А., Лиходиевская С.А., Хрипунов А.И., Община Е.Н. Влияние предшественников на водообеспеченность посевов озимой пшеницы в засушливой зоне Ставрополя. Известия Оренбургского ГАУ. 2018; 2 (70): 47–50. [Morozov N.A., Likhodievskaya S.A., Khripunov A.I., Obshchiya E.N. The influence of predecessors on the water supply of winter wheat crops in the arid zone of the Stavropol Territory. Izvestiya Orenburskogo GAU. 2018; 2 (70): 47–50. (In Russ.)]

5. Кулинцев В.В., Годунова Е.И., Желнакова Л.И. и др. Система земледелия нового поколения Ставропольского края. Ставрополь: Агрус. 2013. 520с. [Kulintsev V.V., Godunova E.I., Zhelnakova L.I. and others. The new generation farming system of

Выводы

Урожайность полевых культур и продуктивность зерновых севооборотов зависит от складывающихся погодных условий, внесения минеральных удобрений, насыщения севооборотов озимой пшеницей и местоположения в рельефе. По таксонам ландшафта выход зерновых единиц различался на 11,7–14,5 ц, а зерна озимой пшеницы — на 7,9–10,2 ц при максимальном значении этих показателей на нижнем склоне. По выходу зерновых и кормовых единиц на всех фонах питания лидировали 1-й и 3-й севообороты, а по выходу зерна озимой пшеницы — 1-й севооборот с 3 полями озимой пшеницы. Улучшение условий минерального питания способствовало увеличению выхода зерновых единиц в среднем по севооборотам на 5,6 ц/га, а зерна озимой пшеницы — на 2,9 ц/га.

Исследования позволяют усовершенствовать агротехнику возделывания полевых культур на склоновых землях, подобрать наиболее адаптивные культуры к плодородию почв таксонов и положению в рельефе агроландшафта при минимальном изъятии земли из пашни (5,2–7,9%) под создание полифункциональных каркасов устойчивости из травяных и лесных полос.

the Stavropol Territory. Stavropol: Agrus. 2013. 520 p. (In Russ.)]

6. Менькина Е.А., Кузыченко Ю.А. Эффективность возделывания озимой пшеницы по различным стерновым фонам в агроландшафте зоны Центрального Предкавказья. Аграрный вестник Урала. 2019; 9 (188): 6–12. [Menkina E.A., Kuzychenko Yu.A. Efficiency of winter wheat cultivation on different stubble backgrounds in the agricultural landscape of the Central Ciscaucasia zone. Agrarny'j Vestnik Urala. 2019; 9(188): 6–12. (In Russ.)]

7. Менькина Е.А., Кузыченко Ю.А. Эффективность возделывания озимой пшеницы на различных таксонах агроландшафта в зоне Центрального Предкавказья. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019; 5(79): 69–72. [Menkina E.A., Kuzychenko Yu.A. Efficiency of winter wheat cultivation in various taxa of the agricultural landscape in the Central Ciscaucasia zone. Izvestiya Orenburskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019; 5(79): 69–72. (In Russ.)]

8. Морозов Н.А., Лиходиевская С.А., Хрипунов А.И. и др. Продуктивность зерновых севооборотов в условиях изменения климата. Земледелие. 2016; 8: 8–11. [Morozov N.A., Likhodievskaya S.A., Khripunov A.I. and others. Productivity of grain crop rotations in conditions of climate change. Zemledelie. 2016; 8: 8–11. (In Russ.)]

9. Гагиев Б.В., Кануков З.Т., Лазаров Т.К. и др. Продуктивность полевого плодосменного севооборота в зависимости от удобрений на выщелоченных черноземах. Известия Горского ГАУ. 2017; 4(54): 25–31. [Gagiev B.V., Kanukov Z.T., Lazarov T.K. and others. Productivity of field crop rotation depending on fertilizers on leached chernozems. Izvestiya Gorskogo GAU. 2017; 4(54): 25–31. (In Russ.)]

10. Антонов С.А. Тенденции изменения климата и их влияние на земледелие Ставропольского края. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017; 4 (66): 43–46. [Antonov S.A. Climate change trends and their impact on agriculture in the Stavropol Territory. Izvestiya Orenburskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017; 4 (66): 43–46. (In Russ.)]