

## Урожайность озимой пшеницы после кукурузы на зелёный корм в зерновых севооборотах с чистым и занятым паром

*Н.А. Морозов, к.с.-х.н., А.И. Хрипунов, к.с.-х.н., Е.Н. Общия, ст.н.с., ФГБНУ Северо-Кавказский ФНАЦ*

В земледелии Ставрополя ведущим направлением является производство продовольственного зерна, по объёмам получения которого край входит в число лидеров в России. На сельскохозяйственную деятельность наибольшее влияние оказывают различные неблагоприятные климатические явления: засухи, суховеи и пыльные бури. Более половины (56%) валовых сборов зерна получают в крайне засушливых и засушливых условиях, где доля озимой пшеницы от всех зерновых культур составляет 75–80%. Вследствие этого структура посевных площадей приобрела несбалансированный, однобокий и неустойчивый характер, а основными предшественниками озимой пшеницы в крае стали чистые пары и повторные посевы озимых [1–5].

В последнее время в связи с потеплением поздней осени и зимнего периода и увеличением количества осадков в посевной период создаются благоприятные условия для начального роста и

развития растений по непаровым предшественникам, что приводит к снижению эффективности чистых паров. Октябрь, время посева и получения всходов, из очень засушливого месяца (ГТК = 0,18 в 1971–1980 гг.) превратился в достаточно увлажнённый период (ГТК = 1,15 в 2001–2010 гг.). Возникла необходимость сокращения площади чистого пара до оптимального размера и ухода от повторных посевов озимой пшеницы в связи с существенным ухудшением фитосанитарной обстановки в посевах и усилившейся водной эрозией почв. За период с 2010 по 2016 г. в Ставропольском крае площадь чистого пара уменьшилась на 50,6 тыс. га, в том числе в засушливой зоне – на 43,8 тыс. га [6]. В связи с этим поиск других непаровых предшественников озимой пшеницы и их места в зерновых севооборотах стал весьма актуальным.

**Цель исследования** – изучение урожайности озимой пшеницы по предшественнику кукуруза на зелёный корм в двух шестипольных зерновых севооборотах с чистым и занятым паром в многолетнем стационаре на Прикумской опытно-

селекционной станции (ПОСС), расположенной на границе крайне засушливой и засушливой зоны Ставропольского края.

Задачи исследования включали определение запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы в различные периоды роста и развития растений, общей влагообеспеченности посевов озимой пшеницы и влияние различных звеньев севооборота на урожайность озимой пшеницы после кукурузы на зелёный корм.

**Материал и методы исследования.** Исследование проводили в отделе земледелия ПОСС в 2012–2017 гг. в двух шестипольных севооборотах, развёрнутых во времени и пространстве с 1976 г. (табл. 1). Районированные сорта озимой пшеницы в опыте размещали на неудобренном (контроль) и удобренном фонах. Минеральные удобрения под озимую пшеницу вносили под предпосевную культивацию после чистого и занятого эспарцетом пара в дозе  $N_{35}P_{40}$ , под вторую озимую пшеницу –  $N_{35}$ , после кукурузы на зелёный корм –  $N_{35}P_{60}$ . За ротацию в севооборотах использовали 205 кг д.в. удобрений ( $N_{105}P_{100}$ ). Минеральные удобрения под яровой ячмень и кукурузу на зелёный корм не вносились. На удобренном фоне использовалось последствие удобрений, внесённых под предшествующие культуры. Применялась общепринятая для зоны технология возделывания.

Общая площадь делянки – 897 м<sup>2</sup>, учётная площадь – 218 м<sup>2</sup>. Расположение делянок последовательное, повторность четырёхкратная. Опытный участок представлен каштановой почвой с содержанием в пахотном слое гумуса 1,49–1,73% (по Тюрину в модификации ЦИНАО), характеризуется средней обеспеченностью подвижным фосфором (24 мг/кг), повышенной – обменным калием (400 мг/кг) и высокой нитрификационной способностью (20–25 мг N-NO<sub>3</sub>/кг). Влажность почвы и запасы продуктивной влаги определяли термостатно-весовым методом.

Климат территории исследования – среднеконтинентальный. Сумма активных температур за год составляет 3758°, за вегетационный период озимой пшеницы – 1937°. Средняя многолетняя годовая сумма осадков за 1981–2010 гг. составляла 431 мм. Наибольшее их количество выпало в виде ливневых дождей в мае – июле. Погодные условия в 2012 г. и 2013 г. для формирования урожая озимой пшеницы складывались неблагоприятно. В остальные годы они были

близкими к среднемноголетним значениям или благоприятными.

**Результаты исследования.** Запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы на момент посева в 2011 г. были низкими (5,8 мм) в связи с отсутствием продуктивных осадков во второй и третьей декадах сентября и повышенной температуры воздуха. После выпадения осадков во второй декаде октября всходы по непаровым предшественникам были получены на 24-й день после посева, что связано с низкими температурами третьей декады октября (ниже нормы на 3,2°C) и ноября (ниже нормы на 4,5°C). Всходы появлялись неравномерно. Осень была короче обычного на 27 дней. Озимая пшеница прекратила вегетацию на месяц раньше средних многолетних сроков в фазе всходов (27 октября). В зимний период во время возобновления вегетации с 21.12 по 16.01. появился третий лист и началось кущение растений. Однако их состояние было неудовлетворительным. Зима длилась на месяц дольше обычного. Весенняя вегетация началась в начале третьей декады марта. Весна была короче средней продолжительности на 35 дней. Апрель и май были жаркими. Среднесуточная температура воздуха превышала норму соответственно на 6,5 и 4,1°C. В мае, в критический период по влагообеспеченности, недобор осадков составил 24,5%. В связи с такими экстремальными условиями фаза колошения озимой пшеницы наступила на 10 дней раньше срока при полном отсутствии продуктивных запасов влаги в почве. Это привело к сокращению темпов накопления общей биомассы растений. Температура воздуха в июне при формировании и наливе зерна превышала норму на 3,4°C, что не могло не сказаться на выполненности семян и соответственно урожае. Щуплость зерна составила от 22 до 37%.

Осень 2012 г. была сухой и жаркой. В сентябре осадков выпало в 2 раза ниже нормы, а в октябре – всего 7%. Температура воздуха в сентябре на 3,0°C, а в октябре – на 4,9°C превышала среднемноголетние значения, что создало неблагоприятные условия для появления всходов озимой пшеницы. Положение изменилось в лучшую сторону в ноябре, когда в первой декаде осадков выпало 220% от нормы, а среднесуточная температура воздуха в течение всего месяца составляла +6,4°C. Т.е. вегетация продолжалась весь ноябрь. Это способствовало появлению всходов и их начальному развитию. Однако в связи с поздним выпадением осадков

### 1. Схемы изучаемых севооборотов

Чередование культур в севообороте	Наличие паров, %	
	чистых	занятых
Чистый пар – озимая пшеница – озимая пшеница – кукуруза на зелёный корм – озимая пшеница – яровой ячмень	16,6	0
Эспарцет на зелёный корм – озимая пшеница – озимая пшеница – кукуруза на зелёный корм – озимая пшеница – яровой ячмень+эспарцет	0	16,6

и невысокой температурой всходы появились на 36-й день и были изреженными. Растения начали куститься 25 ноября, а 9 декабря закончилась осенняя вегетация. Зимний период был коротким, холодным и снежным. Весна была на 41 день длиннее обычного срока. Весенняя вегетация началась на две недели раньше среднесезонного срока (8 марта). Высокие температуры воздуха ускорили колошение озимой пшеницы на 12 дней. Период налива и созревания зерна проходил при повышенных температурах и достаточном количестве осадков.

При запасах продуктивной влаги в пахотном слое почвы (0–20 см) менее 5 мм всходы озимой пшеницы не появляются, при 6–10 мм – их состояние плохое, 15–20 мм обеспечивают удовлетворительные всходы, а свыше 20 мм – хорошие. При запасах продуктивной влаги в пахотном слое почвы 22–25 мм всходы озимой пшеницы появлялись через 7–8 дней после посева, 18–20 мм – 9–10 дней, при 9–10 мм – через 19–20 дней [7].

По предшественнику кукуруза на зелёный корм запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы перед посевом в 2011 и 2012 гг. были плохими и очень плохими (4–6 мм), в 2015 и 2016 гг. – удовлетворительными (12–16 мм), а в 2013–2014 гг. – хорошими (24–29 мм), а в среднем – удовлетворительными (15,2 мм). Посев производили с 1 по 10 октября.

Ввиду различного увлажнения посевного слоя почвы и значительного колебания температурного режима осени продолжительность появления всходов по годам колебалась от 10 до 38 дней. Так, в 2014 г. всходы отмечены через 29 дней в связи со снижением температуры до  $-17,8^{\circ}\text{C}$  в третьей декаде октября и обильным выпадением снега. Аналогичные условия в осенний период сложились и в 2016 г. В эти годы озимая пшеница заканчивала осеннюю непродолжительную вегетацию в фазе массовых всходов.

Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом озимой пшеницы составляли 11–86 мм, к возобновлению весенней вегетации – 111–180 мм и к уборке – 11–82 мм. К весне запасы

влаги значительно (в среднем на 54 мм) увеличивались за счёт осадков позднего осеннего и зимнего периода и зависели от глубины промерзания и осенней увлажнённости почвы. Осадки тёплого периода в среднем лишь на половину (52,9%) компенсировали потери влаги за это время, поэтому весенний запас к осени значительно (на 57,7%) уменьшался (табл. 2).

Перед уборкой озимой пшеницы запасы влаги в метровом слое почвы в среднем за 6 лет составили 39,7 мм. В зависимости от количества выпавших осадков в предуборочный период содержание влаги по годам колебалось от 11 мм в 2012 г. до 82 мм в 2016 г.

Агроклиматические условия весенне-летней вегетации оказывают существенное влияние на урожайность озимой пшеницы, так как именно на этот период (апрель – июнь) приходится критический период по влагообеспеченности растений, основной прирост общей биомассы, формирование и налив зерна. Засушливые условия в это время наносят большой вред посевам, уменьшая количество зёрен в колосе и выполненность семян [8]. В 2012 г. весь весенне-летний период вегетации был засушливым (ГТК=0,55), в 2013 г. засушливым был апрель (ГТК=0,59) и июнь (ГТК=0,50), в 2014 г. – июнь (ГТК=0,49), а в 2016 г. – апрель (ГТК=0,34).

Выпадение весенне-летних осадков по годам характеризовалось значительной изменчивостью по количеству и неравномерностью распределения по месяцам. Больше всего их выпало в 2017 г. (206 мм), а минимальная сумма была в засушливом 2012 г. (103 мм). В первые три года исследования (2012–2014 гг.) недобор осадков за весенне-летнюю вегетацию составил 23%, или 34 мм, а в остальные годы (2015–2017 гг.) их количество превышало норму (147 мм) на 12–59 мм. В среднем за все годы исследования самым влагообеспеченным был май: количество выпавших осадков превышало среднесезонные значения (48 мм) на 17 мм и только в 2012 г. их было меньше нормы на 16 мм. В апреле и июне недобор осадков составил соответственно 8 и 11 мм.

## 2. Элементы водного баланса посевов озимой пшеницы в метровом слое почвы после кукурузы на зелёный корм в среднем по севооборотам, мм

Показатель	Год						Среднее
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Осенний запас влаги	68	57	82	86	70	79	73,7
Осадки холодного периода	111	233	170	117	167	140	156,3
Весенний запас влаги	115	124	180	111	114	123	127,8
Приращённый запас влаги	47	67	98	25	44	44	54,1
Потери влаги за холодный период	64	166	72	92	123	96	102,2
Коэффициент усвоения осадков холодного периода	0,42	0,28	0,57	0,21	0,26	0,31	0,34
Осадки тёплого периода	39	53	171	114	94	32	83,8
Запасы влаги перед посевом	39	11	86	79	51	54	53,3
Потери влаги за тёплый период	115	166	265	146	157	101	158,3
Общие потери влаги	179	332	337	238	280	197	260,5

От выпадения весенних осадков зависит продолжительность периода от возобновления весенней вегетации до полного колошения, а летних осадков – продолжительность периода колошения – восковая спелость зерна. А продолжительность репродуктивного периода имеет достоверную положительную связь с урожаем зерна [8]. Поэтому уровень продуктивности озимой пшеницы определённым образом зависит от выпадения весенне-летних осадков. Эффективность их использования в среднем составила 62,4%, а влаги из почвы – 37,6% (табл. 3). Однако в отдельные годы при максимальных весенних запасах и небольшом количестве весенне-летних осадков влаги больше (58,2%) потреблялось из почвы (2014 г.). В то время как при обильном (98 мм) выпадении осадков в конце июня и, как следствие, значительным пополнением запасов влаги в почве перед уборкой урожая в связи с большим её дефицитом доля использования осадков увеличивается до 83%, как, например, в 2016 г. Эти данные убедительно свидетельствуют, что в засушливой зоне атмосферные осадки являются определяющим фактором величины урожайности озимой пшеницы по непаровому предшественнику.

Об эффективности использования влаги растениями можно судить по величине коэффициента водопотребления. Наиболее продуктивное использование влаги на формирование зерна посевами озимой пшеницы наблюдалось в 2015 г. (47 мм/т), а максимальное суммарное водопотребление (136–183 мм/т) – в 2012 и 2013 гг.

Максимальная урожайность озимой пшеницы по предшественнику кукуруза на зелёный корм в севооборотах как с чистым, так и с занятым паром была получена в 2015 г, а минимальная – в 2013 г. (табл. 4). В среднем за 6 лет, или полную ротацию севооборотов, преимущество в урожайности этой культуры на всех фонах питания наблюдалось в севообороте с занятым паром. Так, прибавка урожая в этом севообороте на контроле составляла 1,20 т/га, а на удобренном фоне – 0,40 т/га в сравнении с севооборотом с чистым паром. В связи с более низкой урожайностью озимой пшеницы на контроле в севообороте с чистым паром отдача от удобрений здесь была на 0,80 т/га выше, чем с занятым паром.

**Выводы.** Результаты исследования показали, что два севооборота, различающиеся только наличием чистого и занятого пара, по-разному влияют на урожайность озимой пшеницы и эффективность использования минеральных удобрений по предшественнику кукуруза на зелёный корм. В среднем за 6 лет исследования, или полную ротацию севооборотов, урожайность озимой пшеницы на контроле в севообороте с занятым паром была почти такая же, как в севообороте с чистым паром на удобренном фоне. Т.е. возделывание занятого пара (эспарцета на зелёный корм) позволяет не только дополнительно получить продукцию, обогащая почву корневыми остатками, но и значительно снизить применение минеральных удобрений в зерновых севооборотах засушливой зоны.

### 3. Слагаемые суммарного водопотребления в посевах озимой пшеницы на удобренном фоне после кукурузы на зелёный корм в среднем по севооборотам

Год	Содержание продуктивной влаги в слое почвы 1 м, мм		Осадки за весенне-летнюю вегетацию, мм	Использование влаги из почвенных запасов, мм	Суммарное водопотребление, мм	Урожай зерна, т/га	Коэффициент водопотребления, мм/т
	к ВВВВ	перед уборкой					
2012	114,9	10,9	103	104	207,0	1,52	136,2
2013	124,2	30,0	118	94,2	212,2	1,16	182,9
2014	179,8	15,2	118	164,6	282,6	3,76	75,2
2015	110,6	42,9	173	67,7	240,7	5,16	46,6
2016	114,1	82,1	158	32,0	190,0	3,17	59,9
2017	122,7	57,8	206	64,9	270,9	2,76	98,2
Среднее	127,7	39,8	146	87,9	233,9	2,92	80,1

### 4. Урожайность озимой пшеницы после кукурузы на зелёный корм в двух зерновых севооборотах с чистым и занятым паром, т/га

Фон питания	Год						Среднее
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Севооборот с чистым паром							
Неудобренный	1,09	0,37	1,86	1,88	1,13	1,55	1,31
Удобренный	1,62	1,29	3,67	4,92	2,48	2,34	2,72
Прибавка от удобрений	0,53	0,92	1,81	3,04	1,35	0,79	1,41
Севооборот с занятым паром							
Неудобренный	1,44	0,67	3,61	4,43	2,24	2,68	2,51
Удобренный	1,42	1,03	3,84	5,40	3,85	3,18	3,12
Прибавка от удобрений	-0,02	0,36	0,23	0,97	1,61	0,50	0,61

### Литература

1. Годунова Е.И., Желнакова Л.И., Удовыдченко В.И. Состояние и пути оптимизации зерновой отрасли Ставрополья // Земледелие. 2011. № 3. С. 8–12.
2. Система земледелия нового поколения Ставропольского края / В.В. Кулинцев, Е.И. Годунова, Л.И. Желнакова [и др.]. Ставрополь: Агрус, 2013. 520 с.
3. Морозов Н.А. Продуктивность зерновых севооборотов с различным насыщением чистыми и занятыми парами / Н.А. Морозов, С.А. Лиходиевская, А.И. Хрипунов [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 5. С. 29–35.
4. Хрипунов А.И., Желнакова Л.И., Федотов А.А. Эффективность чистых и занятых паров в условиях Ставропольского края // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 9. С. 26–30.
5. Федотов А.А., Горонжин Е.А., Хрипунов А.И. Влияние влагообеспеченности на урожайность озимой пшеницы в засушливой зоне Ставрополья // Земледелие. 2012. № 3. С. 21–22.
6. Продуктивность зерновых севооборотов в условиях изменения климата / Н.А. Морозов, С.А. Лиходиевская, А.И. Хрипунов [и др.] // Земледелие. 2016. № 8. С. 8–11.
7. Морозов Н.А. Влагообеспеченность посевов озимой пшеницы по чистому пару и полупару в засушливых условиях / Н.А. Морозов, А.И. Хрипунов, В.В. Кулинцев [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 1. С. 7–10.
8. Петров Г.И. Влияние агрометеорологических условий на формирование урожая озимой пшеницы в сухостепной полосе Ставрополья. Ставрополь, 1996. 342 с.