

Влияние предшественников на водообеспеченность посевов озимой пшеницы в засушливой зоне Ставрополья

Н.А. Морозов, к.с.-х.н., С.А. Лиходиевская, н.с., ФГУП Прикумская ОСС; А.И. Хрипунов, к.с.-х.н., Е.Н. Община, ст.н.с., ФГБНУ Северо-Кавказский ФНАЦ

Ведущим направлением в земледелии Ставропольского края является производство зерна. Наибольшее влияние на сельскохозяйственную деятельность оказывают различные неблагоприятные климатические явления. Самыми распространёнными из них являются засухи, суховеи и пыльные бури. За период с 1955 по 2016 г. выявлено 15 лет с совместным проявлением различных неблагоприятных явлений, которые привели к значительному недобору (36–74%) зерна озимой пшеницы [1–3].

В последнее десятилетие (2007–2016 гг.) по сравнению с десятилетием 1961–1970 гг. при практически равной площади посева зерновых культур урожайность в крае увеличилась на 2 т/га, а валовой сбор – на 4,5 млн т. Такой рост урожайности связан с благоприятными изменениями как среднегодовых агроклиматических показателей так и показателей в отдельные наиболее ответственные периоды вегетации [4–7].

На значительной территории края урожайность озимых культур статистически достоверно зависит от выпадения осенних осадков. Чем хуже предшественник, тем выше зависимость величины урожая озимой пшеницы от влагообеспеченности летне-осеннего и осеннего периодов [8]. В засушливой зоне края в 60% лет весь летне-осенний период вегетации (с июля по октябрь) бывает засушлив с преобладанием сильных и очень сильных засух, тогда как весь весенне-летний период вегетации (с апреля по июнь) засушлив лишь в 10,7% лет. Каждый третий год весь вегетационный период с апреля по октябрь бывает засушлив.

Целью исследования в многолетнем стационаре на Прикумской опытно-селекционной станции, расположенной на границе крайне засушливой и засушливой зоны Ставропольского края, было изучение влагообеспеченности посевов озимой пшеницы по различным предшественникам, установление элементов водного баланса, эффективности использования и пополнения ресурсов влаги и коэффициента водопотребления. Задача исследования включала определение запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы в различные периоды роста и развития растений, общей влагообеспеченности посевов озимой пшеницы и расчёт использования запасов влаги из почвы и осадков.

Материал и методы исследования. Исследования проводили в отделе земледелия Прикумской

опытно-селекционной станции в 2009–2017 гг. в шестипольном севообороте: эспарцет на зелёный корм – озимая пшеница – озимая пшеница – чистый пар – озимая пшеница – яровой ячмень + эспарцет. Районированные сорта озимой пшеницы в опыте размещали на удобренном фоне по чистому и занятому эспарцетом на зелёный корм пару и озимой пшенице. Минеральные удобрения под озимую пшеницу вносили под предпосевную культивацию после чистого и занятого пара в дозе $N_{35}P_{40}$, под вторую озимую пшеницу после занятого пара – N_{35} . Применялась общепринятая для зоны технология возделывания. Общая площадь делянки составляла 897 м², учётная площадь – 218 м². 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-NO₃/кг). Климат средне континентальный. 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 количество осадков выпадает в виде ливневых дождей в мае – июле. Влажность почвы и запасы продуктивной влаги определяли термостатно-весовым методом.

Результаты исследования. Ранее нашими исследованиями установлено, что при запасах продуктивной влаги в пахотном слое (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 дн. после посева, 18–20 мм – 9–10 дн., при 9–10 мм – через 19–20 дн. [9].

Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–20 см осенью 2008, 2009, 2013 и 2014 гг. по всем предшественникам озимой пшеницы были хорошими (22–33 мм), в 2015 и 2016 гг. – удовлетворительными (13–19 мм), а в 2010–2012 гг. плохими и очень плохими по занятому пару и озимой пшенице (2–10 мм) и удовлетворительными по чистому пару (18–19 мм). В среднем за 9 лет запасы влаги в пахотном слое почвы по чистому пару были хорошими (22,3 мм), по занятому пару и озимой пшенице – удовлетворительными (16,9–17,4 мм).

Во все годы исследования озимую пшеницу высевали в оптимальные сроки с 28.09 по 10.10. К такому сроку посева озимой пшеницы чистые пары имели запасы продуктивной влаги, равные 22–25 мм, только в 56% лет, 18–20 мм – 22% лет, в остальные 22% лет они колебались от 14 до 16 мм. Без выпадения осадков после посева всходы при таких запасах влаги появлялись через 15 дн. с сокращением продолжительности осеннего периода вегетации и развития растений.

Занятые пары и повторные посеы имели запасы влаги, равные 22–25 мм, только в 44% лет, 18–20 мм – 11% лет, в остальные 45% лет они колебались от 2 до 13 мм. Появление всходов озимой пшеницы по этим предшественникам полностью зависело от выпадения осадков после посева до прекращения осенней вегетации.

При достаточных запасах влаги в посевном слое почвы полные всходы озимой пшеницы обычно отмечали на 10–14-й день после посева независимо от предшественника. При низких запасах продуктивной влаги в пахотном слое почвы различия в сроках появления всходов по предшественникам очень значительны. Однако их появление зависит не только от количества выпавших осадков в предпосевной и посевной период, но и от температурного режима осени.

Так, в 2011 г., несмотря на обильное выпадение осадков во второй декаде октября, всходы озимой пшеницы по чистому пару отмечали через 13 дн. после посева, занятому пару – 45 дн., а по непаровому предшественнику – 24 дн., и были они недружными и неравномерными. В связи с низкими температурами третьей декады октября (на 3,2°C ниже нормы) и ноября (-1°C, что на 4,5°C ниже нормы) осень этого года по продолжительности была короче обычного срока на 27 дн. Озимая пшеница прекратила вегетацию в фазе всходов 27 октября, или на месяц раньше средних многолетних сроков.

В 2014 г. всходы даже по чистому пару появились только через 29 дн. в связи с резким похолоданием в третьей декаде октября до -17,8°C и выпадением снега до 13 см, которое зарегистрировано впервые за 84 года наблюдений. Из-за холодной погоды всходы были слабыми и недружными. В зиму озимая пшеница ушла в фазе массовых всходов. Замедленное появление всходов и отсутствие кушения в осенний период по такой же причине наблюдали и в 2016 г.

Чем ниже влагообеспеченность пахотного слоя почвы по предшественникам, тем выше его статистическая связь с урожайностью озимой пшеницы. По чистому пару ввиду более высокой влагообеспеченности пахотного слоя почвы такая связь полностью отсутствует. По занятому пару она отмечается в виде тенденции ($r=0,62$ при достоверности 0,67), а по непаровому предшественнику – математически доказуема ($r=0,69$).

Содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом озимой пшеницы существенно различалось по годам и варьировало по чистому пару от 47–90 мм в 2010–2012 гг. до 132–139 мм в 2009 и 2013 гг. По занятому пару запасы влаги колебались от 18–32 мм в 2010–2012 гг. до 130–137 мм в 2009 и 2013 гг. и по озимой пшенице – от 22–30 мм в 2010–2012 гг. до 97–118 мм в 2009 и 2015 гг. Ниже нормы количество осенних осадков было только в 2012, 2015 и 2016 гг.

Ко времени возобновления весенней вегетации (ВВВВ) запасы продуктивной влаги в метровом слое во все годы существенно пополнялись за поздне-осенний и зимний периоды и по чистому пару они составляли 111–153 мм, по занятому пару – 101–153 мм и озимой пшенице – 94–148 мм.

Интегральным показателем действия на растения совокупности внешних факторов на протяжении всей вегетации является урожайность, величина которой существенно зависит не только от продолжительности и увлажнённости осеннего периода, но и условий перезимовки, времени возобновления весенней вегетации, влагообеспеченности весенне-летнего периода, наличия суховея в период формирования и налива зерна и т.д.

В последнее время неблагоприятная осенняя ситуация, связанная с вредным действием летне-осенних засух, часто исправляется в зимний период с частыми оттепелями и ранневесенним возобновлением вегетации, когда появляются всходы и происходит кушение растений с формированием оптимального стеблестоя на начальном этапе развития посева. Так, в 2010 г. в зимний период наблюдалось 18 дней с временным возобновлением вегетации, в 2012 г. – 26 дней (с 21.12 по 16.01), а в 2016 г. озимые дважды возобновляли вегетацию. За исследуемый период (2009–2017 гг.) шесть лет было с ранним и три года со средним сроком возобновления весенней вегетации, т.е. за последние 9 лет не было ни одной поздней весны.

На Ставрополье чем раньше наступает весна, тем выше продуктивность озимой пшеницы. Разница в урожайности при раннем и позднем возобновлении вегетации может достигать в зависимости от предшественника от 0,97 до 1,37 т/га [10]. Это объясняется тем, что имеется достоверная статистическая связь между урожайностью и продолжительностью периода вегетация – полная спелость зерна. Чем продолжительнее этот период, тем выше урожай. А этот период тем продолжительнее, чем раньше наступает весна.

Сравнение ранних вёсен до и после 2000 г. показало, что в засушливой зоне в последнее время не только увеличился рост среднесуточной температуры марта на 1,2°C, но и ноябрь стал теплее на 1,0°C. Средняя температура зимних месяцев повысилась с -1,8 до -0,9°C, а количество осадков в предпосевной и посевной периоды (за сентябрь – октябрь) возросло на 23,3 мм. ГТК октября по

десятилетиям с 1971 по 2010 г. составил: 0,18; 0,38; 0,63 и 1,15, т.е. изменялся от сильно засушливого до достаточно увлажнённого месяца получения всходов. В итоге урожайность озимой пшеницы в Будённовском районе при ранней весне до 2000 г. (13 лет) составила 1,99 т/га, а после 2000 г. (12 лет) – 3,51 т/га.

Чем позже наступает весна, тем меньше продолжительность периода накопления общей биомассы и тем ниже продуктивность посева. Существует достоверная статистическая связь между урожайностью и среднесуточной температурой марта. Коэффициент корреляции по предшественнику чистый пар составил 0,75, а по полупару – 0,74.

Перед уборкой озимой пшеницы запасы влаги в метровом слое почвы в среднем за 9 лет по чистому пару составляли 32,4 мм, по занятому пару – 34,0 мм и по озимой пшенице – 44,8 мм. Вариация этого показателя по годам в зависимости от количества выпавших осадков в предуборочный период составляла соответственно 6–74; 9–92 и 4–115 мм.

Осенний запас влаги в метровом слое почвы под посевами озимой пшеницы по чистому пару на 25,5% был выше, чем после занятого пара, и на 34,2% выше, чем после повторного посева (табл. 1). Пополнение влаги за зиму от осадков под паровыми посевами было менее значительно, чем после занятого пара и озимой пшеницы. Чем более значительны осенние запасы влаги в почве, тем менее значительно происходит их пополнение за зиму. Т.е. имеет место обратная связь между величиной запасов влаги осенью и интенсивностью их пополнения в холодный период, в то время как у запасов влаги к весне наблюдается положительная связь с осенними запасами влаги в почве.

Поскольку в почве осенью под паровыми посевами содержится больше продуктивной влаги по сравнению с занятым паром и полупаром, она поглощает поступающую влагу холодного периода в меньшем (24,7 против 45,1 и 48,9 мм), а теряет её в большем количестве (125,8 против 105,4 и 101,6 мм). Об этом же свидетельствует и коэффициент усвоения осадков холодного периода (0,16 против 0,29 и 0,32). Накопление влаги в этот период зависит от увлажнённости почвы перед посевом,

количества осадков за ноябрь – март и уровня промерзания почвы. Потери влаги за тёплый период по всем предшественникам превышали количество осадков за это время, т.е. весенний запас влаги в почве уменьшился к осени даже по чистому пару.

На весенне-летний отрезок вегетации приходится основной прирост общей биомассы с формированием главных элементов структуры урожая и критические периоды по влагообеспеченности растений. Неблагоприятные условия в это время самым отрицательным образом сказываются на величине урожая. Наименьшая сумма весенне-летних осадков (апрель – июнь) была в 2010 и 2012 гг. (103 мм), наибольшая – в 2011 и 2017 гг. (219 и 206 мм), но их распределение в течение вегетации озимой пшеницы было неравномерным и существенно различалось по годам. Наиболее полно влага из почвенных запасов использовалась посевами озимой пшеницы на всех предшественниках в 2010 и 2014 гг. (122–145 мм), а наименьшие показатели были в 2016 г. (10–54 мм). Максимальное количество влаги из почвы во все годы исследования расходовалось на чистом паре.

Эффективность использования весенне-летних осадков в среднем по предшественникам составила 62,3%, а влаги из почвы – 37,7% (табл. 2). При этом в одни годы (2010 г.) влаги больше (57,5%) потреблялось из почвы, а в другие годы (2011 г.) – из осадков (81,9%). Это говорит о том, что даже по чистому пару роль атмосферных осадков является определяющей в формировании урожая зерна озимой пшеницы, а по худшим предшественникам в отдельные годы продуктивность посевов полностью зависит от количества выпавших осадков в процессе вегетации этой культуры.

Об эффективности использования влаги растениями озимой пшеницы можно судить по величине коэффициента водопотребления. Наиболее продуктивное использование влаги посевами озимой пшеницы на формирование как общей биомассы растений, так и зерна наблюдали по чистому пару в 2013 и 2016 гг., по занятому пару и полупару – в 2016 и 2017 гг. Минимальные значения коэффициента водопотребления по всем предшественникам были в 2012 г. Максимальное суммарное водопо-

1. Элементы водного баланса посевов озимой пшеницы в метровом слое почвы по различным предшественникам в среднем за 2009–2017 гг., мм

Показатель	Предшественники		
	чистый пар	занятый пар	озимая пшеница
Осенний запас влаги	107,5	80,1	70,7
Осадки холодного периода	150,5	150,5	150,5
Весенний запас влаги	132,2	123,2	119,6
Приращенный запас влаги	24,7	45,1	48,9
Потери влаги за холодный период	125,8	105,4	101,6
Коэффициент усвоения осадков холодного периода	0,16	0,29	0,32
Осадки тёплого периода	252,8	164,1	114,7
Запасы влаги перед посевом	98,2	65,2	56,7
Потери влаги за тёплый период	286,8	222,1	177,6
Общие потери влаги	412,6	327,5	279,2

2. Слагаемые суммарного водопотребления в посевах озимой пшеницы по предшественникам в среднем за 2009–2017 гг.

Предшественник	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 BBBBB	перед уборкой					
Чистый пар	132,2	32,4	145,4	99,8	245,2	4,64	52,8
Занятый пар	123,2	34,0	145,4	89,2	234,6	3,66	64,1
Озимая пшеница	119,6	44,8	145,4	74,8	220,2	2,43	90,6
Среднее	125,0	37,0	145,4	88,0	233,4	3,58	65,2

ребление посевов озимой пшеницы в среднем по предшественникам установлено в 2011 г. (267,5 мм) с количеством весенне-летних осадков 219 мм при среднем их значении за этот период 135 мм. Лучшие условия влагообеспеченности, пищевого и фитосанитарного режима почв по чистому пару обеспечили в среднем за 9 лет исследования урожайность озимой пшеницы 4,64 т/га, что было на 0,98 и 2,21 т/га выше, чем по занятому пару и полупару.

Выводы. На эвапотранспирацию посевов озимой пшеницы и коэффициент водопотребления большое влияние оказывают осенние запасы влаги в почве, агроклиматические условия вегетационного периода и предшественники. Во все годы исследования максимальное суммарное водопотребление и наиболее рациональное использование ресурсов влаги посевами озимой пшеницы на образование 1 т урожая зерна было по предшественнику чистый пар. По мере ухудшения предшественника коэффициент водопотребления возрастал, а эффективность использования влаги уменьшалась.

Литература

1. Кулинцев В.В., Годунова Е.И., Желнакова Л.И. [и др.]. Система земледелия нового поколения Ставропольского края. Ставрополь: Агрус, 2013. 520 с.

2. Горонжин Е.А., Федотов А.А., Хрипунов А.И. Продуктивность различных севооборотов в засушливых условиях // Земледелие. 2012. № 3. С. 16–18.

3. Федотов А.А., Лиходиевская С.А., Хрипунов А.И. Влияние засух на урожайность озимой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 11. С. 19–21.

4. Квасов Н.А., Хрипунов А.И., Антонов В.Б. [и др.]. Совершенствование отдельных элементов технологии возделывания сортов озимой пшеницы и озимого ячменя в связи с изменением климата на Северном Кавказе. Ставрополь: Сервисшкола, 2008. 92 с.

5. Кулинцев В.В., Годунова Е.И., Хрипунов А.И. [и др.]. Стратегия и тактика подготовки почвы, проведения осеннего сева и уходов работ на Ставрополье: рекомендации для сельхозтоваропроизводителей Ставропольского края. Саратов: Амирит, 2015. С. 5–11.

6. 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.

7. 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.

8. Хрипунов А.И. Агроклиматические факторы и урожайность озимой пшеницы в Ставропольском крае / А.И. Хрипунов, Е.Н. Обшия, Н.С. Лебедева, С.А. Лиходиевская // Бюллетень СНИИСХ. 2017. № 9. С. 224–230.

9. Морозов Н.А. Влагообеспеченность посевов озимой пшеницы по чистому пару и полупару в засушливых условиях / Н.А. Морозов, А.И. Хрипунов, В.В. Кулинцев, Е.И. Годунова, С.А. Лиходиевская // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 1. С. 7–10.

10. Петров Г.И. Влияние агрометеорологических условий на формирование урожая озимой пшеницы в сухостепной полосе Ставрополья. Будённовск: Издательство «Прикумье», 1996. 342 с.