

L.N. Putilina, N.A. Lazutina // Sakharnaia svekla. – 2022. – No. 2. – S. 7-11.

9. Seregin S.N. Prioritety razvitiia rossiiskogo semenovodstva sakharnoi svekly / S.N. Seregin, A.V. Kornienko // Sakharnaia svekla. – 2022. – No. 7. – S. 6-9.

10. Oshevnev V.P. Gibridy sakharnoi svekly dlia razlichnykh regionov Rossii / V.P. Oshevnev, N.P. Gribanova // Zemledelie. – 2013. – No. 4. – S. 39-41.

11. Minakova O.A. Osnovnye rezultaty nauchnykh issledovaniy v oblasti tekhnologii vozdeystviya sakharnoi svekly / O.A. Minakova, P.A. Kosiakin, O.K. Borontov // Sakharnaia svekla. – 2022. – No. 9. – S. 19-25.

12. Selivanova G.A. Ustoichivost gibridov sakharnoi svekly otechestvennoi seleksii k kornevym gniliam v protsesse vegetatsii / G.A. Selivanova, M.A. Smirnov, L.N. Putilina // Sakharnaia svekla. – 2022. – No. 5. – S. 37-40.

13. Minakova O.A. Sistemy udobreniia dlia sovremennykh otechestvennykh gibridov sakharnoi svekly v TsChR / O.A. Minakova, L.V. Aleksandrova, T.N. Podvigina // Sakharnaia svekla. – 2022. – No. 2. – S. 32-37.

14. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovaniia): uchebnyk dlia studentov vysshikh selskokhoziaistvennykh uchebnykh zavedenii po agronomicheskim spetsialnostiam / 6-e izd., ster., perepech. s 5-go izd. 1985. – Moskva: Alians, 2011. – 351 s.

15. Metodicheskie ukazaniia po organizatsii proizvodstvennykh ispytaniy gibridov sakharnoi svekly. – Ramon: FGBNU «VNISS im. A.L. Mazlumova», 2016. – 35 s.

16. Gosudarstvennyi reestr seleksionnykh dostizhenii, dopushchennykh k ispolzovaniiu. T. 1. «Sorta rastenii» (ofitsialnoe izdanie). – Moskva: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2022. – S. 127-133.



УДК 631.445:58.032.1 (571.13)

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-235-5-25-30

Л.В. Юшкевич, А.С. Бутко

L.V. Yushkevich, A.S. Butko

БАЛАНС ЗИМНИХ ОСАДКОВ В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

BALANCE OF WINTER PRECIPITATION IN SOIL-CLIMATIC ZONES OF THE OMSK REGION

Ключевые слова: водный баланс, осенняя влажность почвы, агроландшафт, водопроницаемость, усвоение влаги, снегонакопление.

В 4 почвенно-климатических зонах Омской области на основе анализа водного режима на стационарных водобалансовых площадках (12 лет) установлены закономерности изменений осеннего ландшафтного увлажнения почв и усвоения зимних осадков. Выявлены особенности влияния агрофизических параметров верхнего слоя зональных почв (уплотнение, влажность, мерзлотное состояние) на водопроницаемость и усвоение снега. Установлено, что снижение усвоения талых вод почвой тем больше, чем выше ее осеннее увлажнение и плотнее сложение верхнего слоя. Были выявлены и другие факторы, влияющие на эффективность усвоения талых вод. Так, наличие растительности на полях способствует удержанию снега и улучшению его распределения, что в свою очередь благоприятно сказывается на увлажнении почвы и урожайности. В исследовании было подчеркнуто, что выбор агротехнических мер должен быть основан на учете региональных особенностей климата и почв, поскольку некоторые приемы могут быть более или менее эффективными в

зависимости от местных условий. Например, в областях с частыми и обильными осадками, такими как дожди, снегозадержание, может не потребоваться, так как почва уже получает достаточное количество влаги. Вместо этого могут быть использованы другие методы, такие как сохранение стерни или посадка растений, которые помогают удерживать влагу в почве. В засушливых агроландшафтах степной почвенно-климатической зоны применение комплекса приемов, накапливающих влагу в зернопропашном севообороте (кулисы в паровом поле, стерня верхнего среза, комбинированное снегозадержание УВС-10), повышает коэффициент снегонакопления до 0,82-0,90 (на 25-34 мм) и урожайность зерна яровой пшеницы на 0,22-0,33 т/га (16-24%).

Keywords: water balance, autumn soil moisture, agricultural landscape, water permeability, moisture utilization, snow accumulation.

In four soil-climatic zones of the Omsk Region, the patterns of autumn landscape soil moistening and winter precipitation assimilation were revealed based on water regime analysis on 12-year permanent water balance plots.

The features of influence of agrophysical upper-layer parameters (compaction, moisture content, permafrost) on water permeability and snow assimilation were determined. It was found that the decrease of meltwater soil assimilation was greater the higher the autumn moisture content and denser the upper-layer structure. Other factors affecting the efficiency of meltwater utilization were also revealed. For example, vegetation in fields helps retain snow, improve its distribution which in turn benefits soil moistening and crop yields. It is emphasized that the choice of agronomic practices should be based on regional climate and soil characteristics as some methods may be more or

less efficient depending on the local conditions. For example, in regions with frequent and heavy precipitation such as rains, snow retention may not be necessary as the soil already gets sufficient amount of moisture. Instead, other methods such as stubble retention or plantings that help retain moisture in the soil may be used. In arid steppe soil-climate agro-landscapes, using a complex of techniques that accumulate moisture in grain-filled crop rotation (strip fields in fallow, top-cut stubble, and combined snow retention by snow compactor and ridger) increases the snow accumulation factor to 0.82-0.90 (by 25-34 mm) and the yield of spring wheat grain by 0.22-0.33 t ha (16-24%).

Юшкевич Леонид Витальевич, д.с.-х.н., гл. науч. сотр., ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», г. Омск, Российская Федерация, e-mail: yushkevichLV@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-6203-10787.

Бутко Артем Сергеевич, лаборант-исследователь, аспирант, ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», г. Омск, Российская Федерация, e-mail: as.butko2132@omgau.org, ORCID: 0000-0002-7396-1940.

Yushkevich Leonid Vitalevich, Dr. Agr. Sci., Chief Researcher, Omsk Agricultural Scientific Center, Omsk, Russian Federation, e-mail: yushkevichLV@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-6203-10787.

Butko Artem Sergeevich, Research Assistant, post-graduate student, Omsk Agricultural Scientific Center, Omsk, Russian Federation, e-mail: as.butko2132@omgau.org, ORCID: 0000-0002-7396-1940.

Введение

Территория региона площадью 141,2 тыс. км² расположена на юге обширной Западно-Сибирской низменности и является примером классического широтного расположения почвенно-климатических зон на сравнительно малом расстоянии – до 600 км. Климат резко континентальный, формируется под влиянием азиатского континента с вторжением арктических холодных масс и течений воздуха с севера и северо-востока, сухих из Казахстана. В вневегетационный период значительное влияние на климат оказывают влажные и воздушные течения с Атлантики. Северная часть территории области (подтайга и тайга) хорошо увлажнены (ГТК 1,3-1,5), северная лесостепь – умеренно (ГТК 1,1-1,3), южная лесостепь и степь – засушливые с дефицитом осадков (ГТК 0,8-1,1 и менее). В целом, температурный режим характеризуется прохладной зимой, коротким и жарким вегетационным периодом, особенно в южной части территории, и непродолжительным безморозным [1, 2]. Каждая из основных природно-климатических зон области имеет специфический разнообразный почвенный покров, ландшафтные особенности, залесённость, растительность, ресурсы тепла и влаги. Природно-климатические особенности территории области оказывают существенное влияние на водно-тепловой баланс территории, осеннее и весеннее увлажнение почвенного профиля, усвоение осадков, сток и испарение влаги. Существенное влияние на баланс и усвоение зимних осадков в

почвенно-климатических зонах Сибири оказывают предшественники, способы обработки почвы и осеннее увлажнение почвы [3].

Установлено, что из годового количества за зимний период в северной половине области выпадает 22-25%, в южной – до 25-32%, причем до 50% твердых осадков приходится на ноябрь-декабрь. В целом по области 74% осадков выпадает в жидком виде, до 16% в твердом и около 10% в смешанном. Снежный покров на территории области образуется в первой декаде ноября и достигает высоты 40-46 см с запасами воды до 90-110 мм в северной половине области и 25-35 см с запасами воды 65-90 мм в южной [4, 5].

Цель исследований – на основании многолетних наблюдений выявить основные закономерности баланса зимних осадков и почвенной влаги в природно-климатических зонах Омской области.

Методика

За длительный период наблюдений (12 лет) обобщены данные стационарных водобалансовых реперных площадок Омской гидрометеосерватории. В каждой почвенно-климатической зоне выбраны и проанализированы постоянные водобалансовые площадки: в северной зоне (тайга и подтайга) – Большие Уки, Тевриз, Сидельниково; в северной лесостепи – Тюкалинск, Саргатское, Большеречье; в южной лесостепи – Исилькуль, Омск, Калачинск; степи – Полтавка, Русская Поляна, Черлак.

Многолетние наблюдения показали, что осеннее увлажнение почвы перед уходом в зиму (третья декада октября) изменяется в почвенно-климатических зонах в довольно широком диапазоне с уменьшением к засушливой (табл. 1).

Перед уходом в зиму дефицит почвенной влаги в метровой толще зональных почв не наблюдается только в северной зоне тайги и

подтайги. Для полного его устранения до наименьшей полевой влагоемкости (НПВ) в северной лесостепи недостает 88 мм, южной лесостепи – 99 и степной засушливой зоне – уже 116 мм. Даже в случае полного усвоения зимних осадков дефицит водных ресурсов, особенно в южных зонах области, остается невосполнимым.

Таблица 1

Осеннее увлажнение почвы и влагозапасы после снеготаяния в почвенно-климатических зонах Омской области

Почвенно-климатическая зона	Содержание влаги, мм			От НПВ, %		
	почвенные слои, см					
	0-20	0-50	0-100	0-20	0-50	0-100
Уход в зиму						
Северная	48	90	150	>НПВ	>НПВ	>НПВ
Северная лесостепь	25	46	70	59	52	44
Южная лесостепь	23	39	63	42	41	40
Степная	11	15	28	37	20	20
После снеготаяния						
Северная	58	114	187	>НПВ	>НПВ	>НПВ
Северная лесостепь	34	72	113	84	82	71
Южная лесостепь	35	64	105	88	79	71
Степная	21	45	66	85	62	47

Примечание. НПВ – наименьшая полевая влагоемкость.

Зима на территории области длится около 5 мес. От мощности снежного покрова и температурного режима в весенний период, влажности почвы осенью зависят усвоение зимних осадков, оттаивание и увлажнение метровой толщи после снеготаяния. Продолжительность снегоотложения в среднем по области составляет до 150-160 сут., плотность снега в течение зимы возрастает с 0,26-0,28 до 0,32-0,34 г/м³. Снеготаяние и сход снежного покрова на территории области растянуты по времени и во многом определяются характером весны. Выявлено, что разность между средними датами разрушения и полным сходом снега значительно меньше, чем между датами его появления и образованием устойчивого снежного покрова. Так, в условиях

г. Омска продолжительность периода между появлением и образованием устойчивого снежного покрова составляет 20-22 сут., разрушением и его сходом – 10-12 сут. Наиболее полное усвоение и сохранение влаги твердых осадков – значительный резерв пополнения водных ресурсов и повышения урожайности сельскохозяйственных культур [6, 7].

Установлено, что водно-физическое состояние верхнего (0-30 см) слоя почвы в осенний период (увлажнение, плотность, агрегатный состав, скважность, мерзлотное состояние) в значительной степени предопределяет аккумуляцию, сток талых вод в период снеготаяния и зональных особенностей. Для полного устранения дефицита почвенной влаги в метровой толще зональных почв в северной лесостепной зоне необходимо около 45 мм, южной лесостепи – 57 и степи – 78 мм осадков, в том числе в нижнем полуметре – соответственно, 29, 26 мм и в степи – 52 мм. Значительно влагозапасы (60-80%) находятся после снеготаяния в верхнем полуметре почвы, из них до 30-33% в поверхностном слое 0-20 см с неустойчивым и повышенным испарением (табл. 2).

Полевыми и лабораторными наблюдениями выявлено, что водопроницаемость почвы во многом определяется агрофизическими свойствами верхнего слоя, зависит от уплотнения, влажности, соотношения капиллярной и некапиллярной скважности в осенний период, мерзлотного состояния. В период снеготаяния снижение влагопроводимости почвы весной тем

сильнее, чем выше она увлажнена и плотнее сложена (табл. 3).

Установлено, что водопроницаемость мерзлой почвы в сравнении с талой снижается при плотности 0,90 г/см³ в 3 раза, ВРК – 3,2 и наименьшей полевой влагоемкости в 16 раз, при более плотном сложении (1,10 т/см³) – соответственно, в 1,3-7,7 или 35 раз. У повышенной увлажненной с осени почвы большинство свободных пор заполнено льдом. Из-за повышенной «цементации» медленно оттаивает и про-

пускает талые воды в нижние слои. В такие годы на территории возрастает поверхностный сток, особенно на расчлененном рельефе, и пополнение влаги уменьшается. После засушливой осени, с недобором осенних осадков (менее 40 мм), усвоение снега повышается, сокращается поверхностный сток. Наблюдения показывают, что сопряженность зависимости осенней влажности почвы с количеством усвоенных зимних осадков возрастает от северных к южным почвенно-климатическим зонам (табл. 4).

Таблица 2

Усвоение зимних осадков в почвенно-климатических зонах Омской области

Почвенно-климатическая зона	Баланс влаги			
	осадки (ноябрь, март), мм	усвоение почвой, мм	коэф. усвоения	потери влаги, мм
Северная	106	37	0,35	69
Северная лесостепь	78	43	0,55	35
Южная лесостепь	70	42	0,60	28
Степная	67	38	0,57	29

Таблица 3

Водопроницаемость чернозема в зависимости от агрофизического состояния верхнего слоя, среднее за 3 ч, мм/мин.

Плотность, г/см ³	Состояние верхнего слоя почвы					
	талое			мерзлое		
	исходное увлажнение					
	ВЗ	ВРК	НПВ	ВЗ	ВРК	НПВ
0,90	1,27	0,68	0,64	0,43	0,21	0,04
1,10	0,39	0,23	0,21	0,30	0,03	0,006

Примечание. ВЗ – влажность завядания, ВРК – влажность разрыва капиллярной связи, НПВ – наименьшая полевая влагоемкость.

Таблица 4

Сопряженность осеннего увлажнения почвы с усвоением зимних осадков в почвенно-климатических зонах Омской области

Почвенно-климатическая зона	Осенняя влажность почвы, мм (0-100 см)	Коэффициент корреляции (R)	Вариация усвоения осадков, %
Северная	150	-0,49±0,17	21,0
Северная лесостепь	70	-0,59±0,16	26,4
Южная лесостепь	63	-0,75±0,13	24,1
Степная	28	-0,70±0,14	32,9

В целом, снижение водопроницаемости и усвоение зимних осадков у мерзлой почвы тем больше, чем выше ее осеннее увлажнение и плотнее сложение верхнего слоя.

Усвоение почвой зимних вневегетационных осадков, несмотря на изменчивость их ресурсов в почвенно-климатических зонах Омской области от 67 до 106 мм, различается незначительно и составляет в среднем 37-43 мм. От северной

до степной зоны повышается в основном из-за изменчивости осеннего увлажнения и рельефа территории, коэффициент усвоения зимних осадков с 0,35 до 0,57-0,60. Заметно снижаются потери талой воды на сток и испарение (с 69 до 29 мм), возрастает отрицательная сопряженность предзимнего увлажнения почвы и весеннего усвоения влаги до R=-0,70±0,14, а также

изменчивость (коэффициент вариации) усвоения влаги с 21,0 до 32,9%, или в 1,6 раза.

В 2023 г. с учетом повышенного осеннего увлажнения метровой толщи в почвенно-климатических зонах Омской области (86-150 мм), что больше среднемноголетних значений на 28%, количества вневегетационных осадков (83-99 мм), пополнение влаги после снеготаяния составит от 14 до 45 мм при ожидаемых влагозапасах весной от 131 до 178 мм, что выше нормы в среднем на 32%.

В засушливых агроландшафтах региона необходимо повысить значение зимних осадков для роста весенних влагозапасов и урожайность зерновых культур [8]. Так, в степной почвенно-климатической зоне (НПХ «Новоуральское») в зернопаропропашном севообороте комплекс влагонакопительных приемов способствовал повышению твердых осадков к снеготаянию на 25-34 мм, коэффициента снегоотложения – с 0,50 до 0,82-0,90, влагозапасов к посеву зерновых культур – на 19-26 мм, снижению водопотребления на 1 т зерна – с 149 до 133-136 мм. В целом, комплекс влагонакопительных мероприятий (кулисы в паровом поле, стерня высокого (до 0,35 м) среза), механизированное снегозадержание с уплотнением снега УВС – 10), способствовали улучшению водного режима и повышению урожайности яровой пшеницы в севообороте на 0,22-0,33 т/га (16,2-24,3%) [9, 10].

Таким образом, почвенно-климатическая зональность агроландшафтов региона оказывает заметное влияние на характер осеннего увлажнения почвы, количество зимних вневегетационных осадков и весеннее усвоение талых вод. Отрицательная сопряженность осенней влажности почвы с усвоением зимних осадков повышается с севера до степной зоны с 0,49 до 0,70-0,75. Водно-физическое состояние верхнего (0-30 см) слоя почвы (увлажнение, плотность, агрегатный состав, скважность, мерзлотное состояние) в значительной степени определяют аккумуляцию, сток талых вод в период снеготаяния в зависимости от зональных особенностей. В целом, снижение водопроницаемости и усвоение зимних осадков у мерзлой почвы больше, чем выше ее осеннее увлажнение и плотнее сложение верхнего слоя. В засушливой степной почвенно-климатической зоне комплекс влагонакопительных приемов в зернопаропропашном севообороте (кулисы в паровом поле, стерня высокого среза, механизированное сне-

гозадержание УВС-10) улучшает водный режим и повышает урожайность зерна яровой пшеницы на 0,22-0,33 т/га, или на 16-24%.

Библиографический список

1. Система адаптивного земледелия Омской области / И. Ф. Храмцов, В. С. Бойко, Л. В. Юшкевич [и др.]; Омский аграрный научный центр. – Омск, 2020. – 522 с. – Текст: непосредственный.
2. Юшкевич, Л. В. Оценка эффективности полевых комплексов в засушливых агроландшафтах Западной Сибири / Л. В. Юшкевич, А. А. Кем. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 4 (102). – С. 84-88.
3. Холмов, В. Г. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири / В. Г. Холмов, Л. В. Юшкевич. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2005. – 396 с. – Текст: непосредственный
4. Макаров, А. Р. Ресурсы почвенной влаги в засушливом земледелии Западной Сибири / А. Р. Макаров, М. Е. Черепанов, Л. В. Юшкевич. – Омск, 1992. – 146 с. – Текст: непосредственный.
5. Агроклиматические ресурсы Омской области: справочник. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1971. – 188 с. – Текст: непосредственный.
6. Научные основы земледелия равнинных ландшафтов Западной Сибири: монография / Л. В. Березин, В. Л. Ершов, Л. В. Юшкевич [и др.]; РАСХН. Сиб. отделение СибНИИСХА, ФГОУ ВПО ОмГАУ. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2007. – 312 с. – Текст: непосредственный.
7. Совершенствование комплекса машин и орудий в засушливом земледелии Западной Сибири / М. С. Чекусов, Л. В. Юшкевич, А. А. Кем, Д.А. Голованова. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2016. – № 3. – С. 13-16.
8. Черепанов, М. Е. Снегозадержание в почвозащитном земледелии Западной Сибири / М. Е. Черепанов. – Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1988. – 160 с. – Текст: непосредственный.
9. Дробышев, А. П. Анализ полевых севооборотов и их оптимизация для условий рискованного земледелия: рекомендации / А. П. Дробышев, В. П. Олешко, В. И. Усенко. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2017. – 89 с. – Текст: непосредственный.

10. Дробышев, А. П. Продуктивность атмосферных осадков в зависимости от места яровой пшеницы в севообороте / А. П. Дробышев. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей: в 3 книгах / V Международная научно-практическая конференция (17-18 марта 2010 г.). – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2010. – Кн. 2. – С. 233-236. – Текст: непосредственный.

References

1. Khramtsov I.F., Boiko V.S., Iushkevich L.V., Voronkova N.A., Timokhin A.Iu., Balabanova N.F., Chibis V.V., Ledovskii E.N., Doronin V.G., Mansapova A.I., Popolzukhin P.V., Nikolaev P.N., Belan I.A., Vasilevskii V.D., Chekusov M.S., Kem A.A., Bushukhina L.L. Sistema adaptivnogo zemledeliia Omskoi oblasti / Omskii agrarnyi nauchnyi tsentr. Omsk, 2020. 522 s.

2. Iushkevich L.V., Kem A.A. Otsenka effektivnosti polevykh kompleksov v zasushlivykh agrolandshaftakh Zapadnoi Sibiri // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. No. 4 (102). S. 84-88.

3. Kholmov V.G., Iushkevich L.V. Intensifikatsiia i resursosberezhenie v zemledelii lesostepi Zapadnoi Sibiri. Omsk: Izd-vo FGOU VPO OmGAU, 2005. S. 396.

4. Makarov A.R., Cherepanov M.E., Iushkevich L.V. Resursy pochvennoi vlagi v zasushlivom zemledelii Zapadnoi Sibiri. Omsk, 1992. 146 s.

5. Agroklimaticheskie resursy Omskoi oblasti. Gidrometeoizdat, 1971. S. 188.

6. Berezin L.V., Ershov V.L., Iushkevich L.V., Moshchenko Iu.B., Kholmov V.G., Khramtsov I.F., Voronkova N.A., Doronin V.G., Khamova O.F., Shuliakov M.I. Nauchnye osnovy zemledeliia ravninnykh landshaftov Zapadnoi Sibiri: monografiia // RASKhN. Sib. Otdelenie SibNIISKhA, FGOU VPO OmGAU. Omsk: Izd-vo FGOU VPO OmGAU, 2007. 312 s.

7. Chekusov M.S., Iushkevich L.V., Kem A.A., Golovanova D.A. Sovershenstvovanie kompleksa mashin i orudii v zasushlivom zemledelii Zapadnoi Sibiri // Zemledelie. 2016. No. 3. S. 13-16.

8. Cherepanov M.E. Snegozaderzhanie v pochvozashchitnom zemledelii Zapadnoi Sibiri. Novosibirsk: Nauka. Sib. otdelenie, 1988. 160 s.

9. Drobyshev A.P. Analiz polevykh sevooborotov i ikh optimizatsiia dlia uslovii riskovannogo zemledeliia: rekomendatsii / A.P. Drobyshev, V.P. Oleshko, V.I. Usenko. – Barnaul: RIO Altayskogo GAU, 2017. – 89 s.

10. Drobyshev A.P. Produktivnost atmosferykh osadkov v zavisimosti ot mesta iarvoi pshenitsy v sevooborote / A.P. Drobyshev // Agrarnaia nauka – selskomu khoziaistvu: sbornik statei: v 3 kn. / V Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaia konferentsiia (17-18 marta 2010 g.). Barnaul: Izd-vo AGAU, 2010. Kn. 2. S. 233-236.

