

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 3 (127). - Р.196-207. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

[doi.org/10.51452/kazatu.2025.3\(127\).2035](https://doi.org/10.51452/kazatu.2025.3(127).2035)

УДК 631.43:631.45:631.95

Исследовательская статья

**Роль снегозадержания в регулировании водного баланса и продуктивности
яровой пшеницы при разных предшественниках и способах обработки почвы
Акмолинской области**

Журик С.А. , Келлер Э.Н. 

Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева
Шортанды, Казахстан

Автор-корреспондент: Журик С.А.: zhurik-sergej@mail.ru

Соавтор: (1: КЭ) evelino4ka.2011@mail.ru

Получено: 24.09.2025 **Принято:** 29.09.2025 **Опубликовано:** 30.09.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. Акмолинская область относится к засушливым регионам, где годовое количество осадков составляет в среднем 320-360 мм, существенная часть из которых выпадает в виде снега. При этом высота снежного покрова в области аккумулируется за счет стерни зерновых культур 15-25 см, остальные осадки в виде снега сносятся в лесополосы и не принимают участия в формировании урожая зерновых культур. Целью исследований было изучение влияния снегозадержания на накопление влаги в почве и формирование урожайности пшеницы в короткоротационном биологизированном севообороте при наличии сидерального пара.

Материалы и методы. В течение трех лет проводилось изучение динамики накопления снега и влаги в почве, а также формирования урожайности яровой мягкой пшеницы после сидерального пара с горохо-овсяной смесью. При этом, определялись физические параметры снежного покрова (высота, плотность и запас воды в снеге). После схода снега, перед посевом пшеницы, а также перед уборкой определялись запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы. В конце вегетации проводился учет урожайности пшеницы.

Результаты. На участках, где пшеница высевалась первой культурой после сидерального пара, на варианте со снегозадержанием, были отмечены наилучшие показатели водно-физических свойств почвы и продуктивности культуры. Так, высота снежного покрова составила 37,3 см, величина запасов воды в снеге – 115,7 мм. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы составили 122,4 мм перед посевом. На варианте с посевом пшеницы четвертой культурой после сидерального пара применение приемов снегозадержания способствовало формированию наилучших показателей: высота снега была 52,8 см, уровень запасов воды в снеге составил 132,0 см. Запасы продуктивной влаги в почве перед посевом составили 124,2 мм. Плотность почвы на вариантах, где применялось снегозадержание, была оптимальной и на первом, и втором фонах – 1,21 г/см³ и 1,18 г/см³ соответственно. При этом, применение приема снегонакопления способствовало формированию самой высокой урожайности культуры – 18,4 ц/га и 14,5 ц/га на первом и втором фонах соответственно.

Заключение. Несмотря на засушливые климатические условия в годы исследований, применение снегозадержания положительно влияло на накопление влаги в почве и формирование урожайности пшеницы.

Ключевые слова: водный режим; плотность почвы; сидеральный пар; снегозадержание; урожайность.

Введение

Развитие агропромышленного комплекса Казахстана играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности. При этом, отрасль сельского хозяйства наиболее уязвима и зависима от климатических условий региона. Климат Акмолинской области, как и всего Казахстана, испытывает значительные изменения – отмечается динамика роста температуры воздуха.

В производстве сельскохозяйственных культур Акмолинской области преобладает возделывание зерновых культур, в основном яровой пшеницы. Площадь посева пшеницы составляет 3,72 млн га, 74% от всей посевной площади региона. Однако, яровая мягкая пшеница по биологическим особенностям очень чувствительна к агроклиматическим условиям [1].

Значительно пагубное влияние на сельскохозяйственное производство оказывают пыльные бури, засухи, суховеи и водная эрозия, вероятность которых возрастает с отрицательной тенденцией в изменении климата. В последние годы по всем наблюдаемым метеостанциям Акмолинской области отмечается рост среднегодовой температуры воздуха [2].

Основным лимитирующим климатическим фактором формирования урожайности яровой пшеницы в Акмолинской области является влагообеспеченность. Наряду с нарастанием температуры воздуха отмечается снижение влагообеспеченности. Годовая сумма осадков, единственного источника обеспечения культур влагой, в основных регионах возделывания сельскохозяйственных культур составляет около 300 мм. При этом, в течение вегетационного периода выпадает достаточное количество осадков, но из-за частых засух, большая часть летних осадков, и лишь их незначительная часть действительно используется культурами.

Величина количества накопленного снега на полях напрямую влияет на уровень накопления влаги в почве, на влагозарядку культур в период всходов, и, как следствие, на их продуктивность. В рассматриваемом регионе показатели продуктивности культур, особенно пшеницы, на 70% зависят от. В осенний и зимний периоды выпадает около одной трети от годового количества осадков. Осенне-зимние осадки являются основным резервом накопления запасов почвенной влаги [3].

Поэтому требуется использовать научно обоснованные системы земледелия, включающие элементы влагонакопления и эффективного использования атмосферных осадков. Одной из эффективных технологических операций по сохранению и накоплению атмосферных осадков в почве является регулирование высоты снежного покрова на полях. В зависимости от рельефа местности, в различной степени, так или иначе, ветер в течение зимнего периода разносит и перераспределяет выпавший снег по поверхности поля, а применение приемов снегозадержания направлено на снижение скорости ветра, и, таким образом, накоплению его на полях [4].

Особенно активно физическое испарение влаги с поверхности почвы происходит в весенне-летний период. Так, по данным некоторых ученых, от схода снега до начала полевых работ теряется до 35 мм, от начала полевых работ до смыкания хлебостоя – до 60 мм и после уборки в летне-осенний период – до 72 мм, всего – 167 мм или около половины годовой суммы осадков [5].

Для рассматриваемого региона характерно резкое нарастание температуры воздуха весной. Это способствует ускорению процессов таяния снега, его испарения с поверхности почвы, и, соответственно, значительно снижает впитывание влаги в почву. Приемы снегонакопления направлены на формирование большего количества снега на поверхности поля в течение зимнего периода, что, в свою очередь, приводит к более медленному и последовательному процессу таяния снега весной. Постепенно тающий снег способствует обеспечению своевременной подпитке верхних слоев почвы талыми водами. На полях, где формируется большой запас снега, урожайность культур всегда выше, чем на других [6].

Известные в агрономии методы снегозадержания: формирование кулис из высокорослых растений, оставление незапаханных полос стерни после уборки культур, уплотнение снежного покрова катками, а также оставление снежных валков на полях поперек господствующих ветров. В крупных масштабах сельскохозяйственного производства последний способ представляется наиболее целесообразным.

Согласно данным исследований ученых из Федерального аграрного научного центра Юго-Востока (г. Саратов, РФ), благодаря приемам снегозадержания прибавка урожайности яровой пшеницы составила до 3,8 ц/га в среднем за 20 лет [7].

Исследования, проведенные еще в 1975-1977 годах *В.И. Морозовым* показали, что при использовании снегозадержания с помощью снегопахов, получалось формировать высоту снега в 2,3 раза, а накопление воды в снеге – на 65,3 мм больше, чем на вариантах, где не было никаких приемов снегозадержания. Соответственно, урожайность пшеницы была на 5,6-7,1 ц/га больше [8].

В проведенных опытах на полях во Всесоюзном науном исследовательском институте зернового хозяйства в 1973-1985 годы, с использованием плокорезной обработки почвы без применения снегозадержания мощность снежного покрова составила 26 см, а при применении плоскорезной обработки почвы со снегозадержанием, СВУ-2,6 высота снега выросла до 44 см. При этом, был увеличен запас воды в снеге на 48 мм. Полученная урожайность яровой пшеницы в среднем за эти годы без снегозадержания составляла 11,8 ц/га, а при проведении снегозадержания – 16,0 ц/га [8].

При невысоком снежном покрове и без применения приемов снегонакопления, глубина проникновения талых вод в почву в весенний период достигает лишь 50 см. Это способствует тому, что между увлажненными верхним и нижним слоями почвы образуется относительно сухой слой почвы. У яровой мягкой пшеницы слабо развита корневая система, и неравномерное увлажнение почвенных горизонтов сильно сказывается на росте и развитии всего растения. Это связано с тем, что проникновение мочковатой корневой системы через твердые сухие слои почвы до более увлажненных глубоких слоев затруднено. При проведении снегозадержания зимой, культуры растут в благоприятных условиях, у них развивается мощная корневая система, растения потребляют влагу из всех доступных слоев почвы до 1,5 м глубиной.

При любых климатических условиях и на любой местности механическое снегозадержание положительно влияет на формирование урожайности культур. Но оно должно быть научно обосновано: необходимо учитывать розу ветров местности и рельеф, а также вести постоянные наблюдения и мониторинг высоты снежного покрова [8].

Известно, что чистый пар является основным полем севооборота для накопления почвенной влаги, вместе с тем, для одновременного усиления процессов сохранения почвенного плодородия и обогащения почвы органическим веществом большой эффект имеют сидеральные пары с включением в состав смесей бобовых культур.

Еще при почвозащитной системе земледелия академик А.И. Бараев подчеркивал важность зернопаровых севооборотов и рекомендовал отводить под пар 20-25% площади пашни [9].

Однако, по данным *М.К. Сулейменова*, пар накапливает лишь на 15-20 мм больше влаги, чем стерня со снегозадержанием. При этом, поле пара выводится из оборота на целый год. Бессменные посевы пшеницы считаются ученым целесообразнее любого варианта, где применяется пшенично-паровое чередование. Более того, на полях, где возможно накопить достаточно количества снега за счет снегозадержания или оставления стерни, желательно свести долю чистого пара в севообороте до минимума [10].

Еще одним достаточно эффективным методом накопления влаги в почве является применение плоскорезной обработки почвы при условии формирования стерни на поверхности поля [11]. Согласно исследованиям, проводимым сотрудниками отдела земледелия Федерального аграрного научного центра Юго-Востока (г. Саратов, РФ), на вариантах, где осенью проводилась безотвальная обработка почвы с глубиной 25-27 см и оставлялась стерня, весной запасы продуктивной влаги в почве были 157 мм, а на вариантах, где отсутствовала основная обработка почвы – только 118 мм. Такая разница в запасах влаги в почве способствует существенному снижению урожайности культур, особенно при условиях проявления засухи в течение вегетационного периода [12].

В мировой практике все большую популярность обретает No-Till технология возделывания культур. Один из важнейших элементов нулевой технологии – это оставление стерни, но при этом отсутствие какой-либо обработки почвы, и тем более, снегозадержания.

По результатам исследований, проведенных в условиях ТОО «Научно-производственного центра зернового хозяйства имени А.И. Бараева» (ТОО «НПЦЗХ имени А.И. Бараева») в 2010-

2012 г., средняя урожайность яровой пшеницы по вариантам, где применялась интенсивная технология возделывания с проведением механического снегозадержания, составила 17,3-20,5 ц/га, тогда как по вариантам, где применялась технология No-Till - 16,1-19,5 ц/га [13]. Вероятно, в данном случае нулевая технология проигрывала интенсивной технологии из-за отсутствия снегозадержания как приема накопления влаги в почве.

Самую большую проблему для сельского хозяйства Казахстана представляет проблема влагообеспеченности, а именно неравномерность выпадения атмосферных осадков в течение года. В условиях засушливой степи обеспечение влагообеспеченности посевов является одной из важнейших задач для повышения урожайности сельскохозяйственных культур, и, как следствие, эффективности отрасли растениеводства. Одним из путей повышения влагообеспеченности почвы является прием механического снегозадержания на полях.

Целью исследований было изучение влияния применения приема снегозадержания на состояние водного баланса почвы и формирование продуктивности яровой пшеницы в условиях Акмолинской области.

В связи с этим цель исследований заключалась в изучении влияния снегозадержания на водный режим почвы и урожайность яровой пшеницы в биологизированном короткоротационном севообороте с сидеральным паром.

Материалы и методы

Исследования проводились на территории землепользования ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева», расположенного в Шортандинском районе Акмолинской области в период с 2021 по 2023 годы в длительном стационарном опыте лаборатории биологического земледелия (обработки почвы). Изучение динамики водного режима в зависимости от приема основной обработки почвы было осуществлено на фиксированных мониторинговых площадках площадью 400 м². Почва участка – чернозём южно-карбонатный.

В задачи исследований было включено изучение влияния приемов снегозадержания на уровень влагообеспеченности агротехнических фонов к посеву культур, состояние уплотнения пахотного слоя, а также на урожайность яровой мягкой пшеницы. Ежегодно, перед началом снеготаяния на закрепленных площадках проводилась снегосъемка по вариантам, определялись качественные показатели снежного покрова (высота, плотность и запас воды). Высоту снежного покрова учитывали снегомерной рейкой М-46, плотность снега и запасы воды в нем – снегомером ВС-43. Содержание продуктивной влаги определяли термостатно-весовым методом, плотность почвы – методом режущего кольца.

После схода снега, перед посевом пшеницы, а также перед уборкой определялись запасы продуктивной влаги в почве термостатно-весовым методом, путем отбора проб почвенным буром АМ-26 по слоям 10 см до глубины 1 м, с последующим высушиванием в сушильном шкафу до постоянной массы при температуре 105 °С и повторным взвешиванием.

В конце вегетации проводился учет урожайности яровой пшеницы прямым комбайнированием, с приведением урожая к 14% влажности и 100% чистоте.

При определении качественных показателей снежного покрова, запасов продуктивной влаги, плотности почвы и учета урожайности пшеницы были изучены следующие варианты основной обработки почвы:

Фон – пшеница – первая культура после сидерального пара (горохоовсяная смесь):

1. Глубокая плоскорезная обработка (ПГ-3-5, на 25-27 см) со снегозадержанием;
2. Мелкая плоскорезная обработка (КПШ-3, на 10-12см) без снегозадержания;
3. Стерня без основной обработки (No-till), без снегозадержания

Фон – пшеница – четвертая культура после сидерального пара (горохоовсяная смесь):

1. Глубокая плоскорезная обработка (ПГ-3-5, на 25-27 см) со снегозадержанием;
2. Мелкая плоскорезная обработка (КПШ-3, на 10-12см) без снегозадержания;
3. Стерня без основной обработки (No-till), без снегозадержания.

В сидеральном пару высевалась горохоовсяная смесь в соотношении 60% от посевной нормы гороха (120 кг/га) и 40% овса (40 кг/га). Заделка сидеральной смеси проводилась дисковым орудием Catros в фазу цветения сидеральных культур на глубину 6-8 см. В варианте

с химическим паром – сидеральные культуры в фазу цветения обрабатывались гербицидом сплошного действия, без применения механической обработки почвы. Снегозадержание проводилось однократно, орудием СВУ-2,6 с расстоянием между валками 6-8 м. Агротехника возделывания яровой пшеницы (сроки посева, норма высева семян) – рекомендованные для зоны проведения исследований. Анализ климатических условий периода исследований проводился на основе данных, полученных с метеостанции, расположенной в п. Научный (Акмолинская область, Шортандинский район).

Результаты и обсуждение

Анализ динамики климатических показателей на основе многолетних наблюдений указывает на увеличение среднегодовой температуры воздуха и отчётливую пространственную дифференциацию изменения климата в соответствии с физико-географическими особенностями региона в течение многих лет [14].

Вегетационный период трех лет проведения исследований (2021-2023 гг.) характеризовался засушливыми гидротермическими условиями, что непосредственно отразилось на росте, развитии и продуктивности изучаемой культуры.

В 2021 году в июне и июле температура воздуха была близка к среднееголетним показателям – 18,4 °С и 20,4 °С, в августе – выше нормы на 2,2 °С (рисунок 1). За вегетационный период 2021 года осадков выпало на 35% ниже среднееголетних показателей, при этом, основное количество осадков выпало в августе - 37,8 мм, что является характерным для этого месяца (рисунок 2).

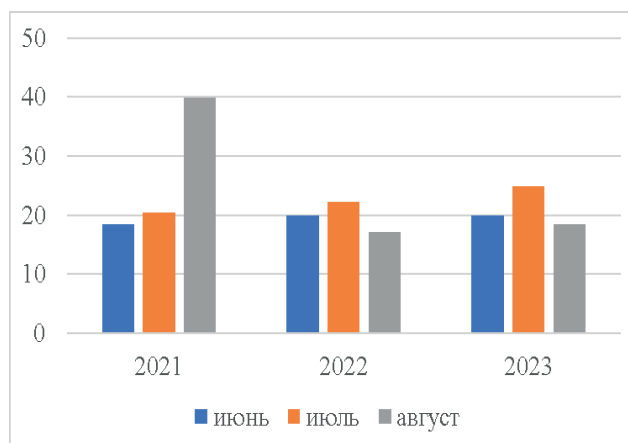


Рисунок 1 – Среднесуточная температура воздуха по месяцам вегетационного периода, 2021-2023 годы, °С

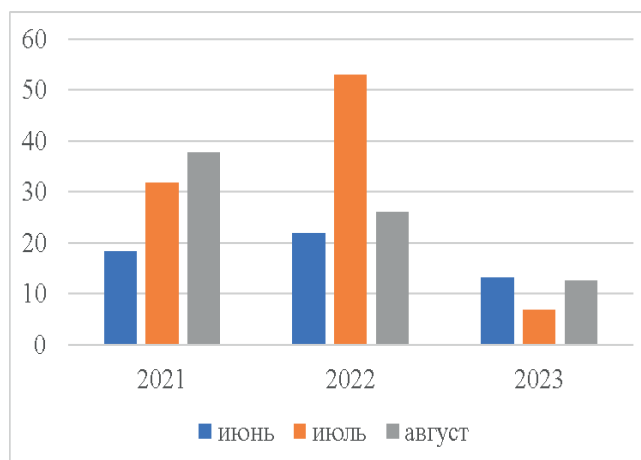


Рисунок 2 – Количество осадков по месяцам вегетационного периода, 2021-2023 годы, мм

Температурный фон за июнь и июль 2022 года был выше нормы на 1,9 °С и 1,2 °С соответственно, август был на уровне многолетней нормы – 17,2 °С. Осадков выпало на 26% меньше среднемноголетней нормы за вегетационный период.

2023 год характеризовался высоким температурным фоном во все месяцы вегетационного периода. Июнь был выше нормы на 1,7 °С, июль на 4,5 °С, август на 1,6 °С. Осадков за вегетационный период выпало всего – 32,7 мм, что на 76% ниже многолетней нормы. Высокий температурный фон с малым количеством осадков привели к ускоренному развитию растений и быстрому созреванию урожая зерновых культур.

Из трех лет проведения исследований, 2022 год характеризовался наиболее благоприятными метеорологическими условиями.

Результаты проведенной снегосъемки позволили определить основные характеристики снежного покрова, а также запасы воды в снеге (таблица 1).

На вариантах, где пшеница возделывалась первой культурой после сидерального пара, проведение мероприятий по снегозадержанию после проведения глубокой плоскорезной обработки способствовало формированию наименьшей высоты снега (37,3 см) и запасов воды в нем (115,7 мм). По варианту мелкой плоскорезной обработки без снегозадержания высота снега не превышала 20,9 см, а запасы воды в снеге составили 61,4 мм. Важно отметить, что плотность снега на этих вариантах значимо не отличалась – 0,31 и 0,29 г/см³ соответственно. На варианте химического пара высота снега была средней, но плотность снега – минимальной, 0,24 г/см³.

На всех вариантах с посевом пшеницы четвертой культурой после пара, оба показателя накопления снежного покрова и воды в снеге были выше там, где предшественником была пшеница, а не пар.

При этом, оставление стерни без последующего снегозадержания показало результаты, почти вдвое ниже, чем на варианте с применением глубокой плоскорезной обработки со снегозадержанием. Применение глубокого плоскорезного рыхления почвы с последующей нарезкой снежных валков способствовало формированию высоты снега до 52,8 см, запасов воды в снеге – до 132,0 см.

Таблица 1 – Результаты мониторинга снегоотложения и качественных показателей снежного покрова, 2021-2023 гг

Вариант	Высота снега, см	Плотность снега, г/см ³	Запас воды в снеге, мм
Глубокая плоскорезная обработка со снегозадержанием (яровая пшеница после сидерального пара - 1 КПП)	37,3	0,31	115,7
Мелкая плоскорезная обработка без снегозадержания (яровая пшеница после сидерального пара - 1 КПП)	20,9	0,29	61,4
Стерня без основной обработки (No-till), без снегозадержания (яровая пшеница после сидерального пара - 1 КПП)	29,2	0,24	70,1
Глубокая плоскорезная обработка со снегозадержанием (яровая пшеница по стерне - 4 КПП)	52,8	0,25	132,0
Мелкая плоскорезная обработка без снегозадержания (яровая пшеница после сидерального пара - 4 КПП)	28,4	0,26	73,8
Стерня без основной обработки (No-till), без снегозадержания (яровая пшеница по стерне - 4 КПП)	30,9	0,27	83,5
НСР _{0,95}	9,11	0,09	24,6

Так, применение приема снегозадержания позволяло накапливать снег на полях, и, соответственно запасы воды в снеге, на всех изучаемых агротехнических фонах. В среднем, мощность снежного покрова на фонах с естественным снегоотложением составляла 20,9-30,9 см. Проведение однократного снегозадержания способствовало увеличению мощности снежного покрова на 16,4-21,9 см, причем без существенного снижения его плотности.

Различия в мощности снежного покрова в значительной степени определяли условия влагообеспеченности фонов в дальнейшем (таблица 2).

Глубокая плоскорезная обработка почвы в сочетании со снегозадержанием является наиболее эффективной практикой, поскольку основная обработка почвы без снегозадержания аккумулирует мощность снежного покрова, не превышающего высоты оставленной стерни.

Таблица 2 – Динамика содержания продуктивной влаги по основным агротехническим фонов, в зависимости от предшественника и приема обработки почвы, 2021-2023 гг.

Культура	Обработка почвы	Содержание продуктивной влаги, мм		
		После схода снега	Перед посевом	Перед уборкой
Яровая пшеница по пару - 1 КПП	Глубокая плоскорезная обработка со снегозадержанием (ПГ – 3-5, 25-27 см)	145,9	122,4	29,9
	Мелкая плоскорезная обработка без снегозадержания (КППШ – 3, 12-14 см)	136,1	111,7	31,0
	Стерня без основной обработки (No-till), без снегозадержания	128,9	110,7	29,7
Яровая пшеница по стерне - 4 КПП	Глубокая плоскорезная обработка со снегозадержанием (ПГ – 3-5, 25-27 см)	145,5	124,2	21,2
	Мелкая плоскорезная обработка без снегозадержания (КППШ – 3, 12-14 см)	126,4	104,3	29,9
	Стерня без основной обработки (No-till), без снегозадержания	120,9	101,8	34,3
НСР ₀₉₅ по фактору «А»		12,6	13,2	7,1
НСР ₀₉₅ по фактору «Б»		15,4	16,2	8,7
НСР ₀₉₅ по фактору «АБ» для частных средних		21,8	22,9	12,2

Количество продуктивной влаги в почве свидетельствует об эффективности впитывания талых вод в почву и сохранения ее до момента посева пшеницы.

Так, на вариантах после сидерального пара, дополнительное снегозадержание в виде нарезки снежных валков способствовало максимальному влагонакоплению. Применение глубокой плоскорезной обработки и последующего снегозадержания способствовало формированию хороших запасов продуктивной влаги в почве (после схода снега – 145,9 мм и перед посевом – 122,4 мм). Проведение мелкой плоскорезной обработкой почвы и отсутствие приема снегонакопления на полях привело к средним показателям накопления в почве (после схода снега – 136,1 мм и перед посевом – 111,7 мм). На варианте с нулевой обработкой данный показатель был еще ниже – 128,9 мм и 110,7 мм соответственно. Перед уборкой запасы влаги в почве практически не отличались по вариантам на данном фоне.

При посеве пшеницы четвертой культурой после пара, по всем вариантам эффективность влагонакопления была ниже в сравнении агротехническим фоном, где предшественником был пар. Такая же тенденция отмечается по запасам продуктивной влаги в почве в зависимости от глубины её основной обработки и применения приемов снегонакопления. Максимальное увлажнение почвы наблюдалась варианте с применением глубокого плоскорезного рыхления и последующего за ним механического снегозадержания (после схода снега - 145,5 мм перед посевом - 124,2 мм). Самые низкие запасы продуктивной влаги в почве были отмечены на варианте с No-Till и без снегозадержания (после схода снега – 120,9 мм и перед посевом - 101,8 мм).

Однако, анализ остаточных запасов продуктивной влаги в почве перед уборкой на вариантах, где пшеница высевалась четвертой культурой после сидерального пара, показало обратную

тенденцию. Отсутствие основной обработки почвы на варианте No-till способствовало сохранению большего остаточного запаса влаги – 34,3 см, на варианте с глубоким рыхлением почвы (25-27 см) к концу вегетации запасы продуктивной влаги в почве были ниже – 21,2 мм.

Показатели плотности почвы в зависимости от приемов обработки почвы и культуры севооборота представлены в таблице 3.

При изучении плотности почвы в начале вегетации пшеницы, которая возделывалась первой культурой после сидерального пара, было выявлено, что, при различной интенсивности механического воздействия на почву, наименьший показатель плотности пахотного слоя был отмечен на варианте с глубокой плоскорезной обработкой и нарезании снежных валков – 1,21 г/см³.

Аналогичные результаты наблюдались и на вариантах с пшеницей, возделываемой четвертой культурой после пара – 1,18 г/см³. При этом, важно отметить, что самая плотная почва на обоих агротехнических фонах была на вариантах с нулевой технологией возделывания.

Таблица 3 – Сезонная динамика плотности пахотного (0-30 см) слоя почвы г/см³, в зависимости от приема обработки и культуры севооборота, 2021-2023 гг.

Культура	Обработка почвы	Плотности почвы г/см ³	
		Весна	Осень
Яровая пшеница по пару - 1 КПП	Глубокая плоскорезная обработка со снегозадержанием (ПГ – 3-5, 25-27 см)	1,21	1,29
	Мелкая плоскорезная обработка без снегозадержания (КППШ – 3, 12-14 см)	1,25	1,30
	Стерня без основной обработки (No-till), без снегозадержания	1,31	1,36
Яровая пшеница по стерне - 4 КПП	Глубокая плоскорезная обработка со снегозадержанием (ПГ – 3-5, 25-27 см)	1,18	1,29
	Мелкая плоскорезная обработка без снегозадержания (КППШ – 3, 12-14 см)	1,23	1,31
	Стерня без основной обработки (No-till), без снегозадержания	1,29	1,34
НСР _{0,95} по фактору «А»		0,04	0,05
НСР _{0,95} по фактору «Б»		0,05	0,06
НСР _{0,95} по фактору «АБ» для частных средних		0,07	0,09

Таким образом, основная обработка почвы оказывает разуплотняющий эффект, способствуя более полному усвоению талых вод и повышению влагообеспеченности агротехнических фонов.

Мощный снежный покров предохраняет почву от глубокого и длительного промерзания, что позволяет весной более интенсивно впитывать талые воды. В среднем за три года урожайность яровой пшеницы, возделываемой первой культурой после сидерального пара, при проведении глубокой плоскорезной обработки и снегозадержания составила 18,4 ц/га, что стало наилучшим показателем продуктивности культуры по всем изученным вариантам (таблица 4).

При аналогичных условиях обработки почвы и снегозадержания, пшеница, возделываемая четвертой культурой после пара, также показала наивысшую урожайность в сравнении с вариантами без применения приемов снегонакопления – 14,5 ц/га.

Показатели урожайности пшеницы, высеянной на вариантах с применением нулевой обработки почвы, по всем предшественникам были самыми низкими: на варианте «первая культура после пара» – 16,3 /га, на варианте «четвертая культура после пара» – 12,0 ц/га.

Таблица 4 – Урожайность яровой пшеницы, ц/га в зависимости от приема обработки почвы и предшественника, 2021-2023 гг.

Вариант	1 пшеница после пара	4 пшеница после пара	В среднем по обработкам
Глубокая плоскорезная обработка со снегозадержанием (ПГ – 3-5, 25-27 см)	18,4	14,5	16,4
Глубокая плоскорезная обработка без снегозадержания (КПШ – 3, 12-14 см)	16,7	13,3	15,0
Стерня без основной обработки (No-till), без снегозадержания	16,3	12,0	14,5
НСР ₀₉₅ , ц/га	1,5	2,2	-

Таким образом, как на паровом в начале ротации, так и на стерневом фоне применение снегозадержания положительно влияет на продуктивность яровой пшеницы, формируя существенную прибавку к урожайности.

Заключение

Климатические условия в течение трех лет исследований характеризовались как засушливые. Тем не менее, проведение снегозадержания положительно повлияло на состояние водного баланса в почве и на формирование урожайности культуры.

Так, среди вариантов, где пшеница высевалась первой культурой после сидерального пара наилучшие показатели накопления снега на полях, были отмечены на варианте с применением снегозадержания после глубокой плоскорезной обработки (высота снега – 37,3 см, запасы воды в снеге – 115,7 мм). Среди вариантов, где пшеница выращивалась четвертой культурой после пара, самые лучшие показатели также наблюдались при проведении глубокой обработки и применении снегозадержания на полях (высота снега - 52,8 см, запасы воды в снеге – 132,0 см).

Соответственно, запасы продуктивной влаги в почве к моменту посева были самыми высокими на вариантах с плоскорезной обработкой и снегозадержанием как на вариантах, где пшеница была первой культурой после сидерального пара, так и на вариантах, где она размещалась четвертой культурой после пара (122,4 мм и 124,2 мм соответственно).

На вариантах со снегозадержанием, несмотря на механическое дополнительное воздействие на почву сельскохозяйственными машинами, был зафиксирован наименьший показатель плотности почвы – 1,21 г/см³ и 1,18 г/см³ на первом и втором фонах. В данном случае, накопление запасов влаги в почве способствовало формированию оптимальной плотности почвы.

Урожайность пшеницы, возделываемой первой культурой после сидерального пара, была максимальной на варианте с проведением глубокой плоскорезной обработки и снегозадержания (18,4 ц/га). Продуктивность пшеницы, возделываемой четвертой культурой после пара, также была самой высокой на варианте с глубоким рыхлением почвы и снегозадержанием (14,5 ц/га).

Важно также отметить, что наименьшие показатели накопления влаги в почве и, как результат, формирования урожайности культуры были отмечены на вариантах нулевой технологии.

Таким образом, в биологизированных короткоротационных севооборотах с сидеральным паром в условиях Акмолинской области рекомендуется применение механического снегозадержания ввиду его положительного влияния на водный режим почвы и урожайность яровой мягкой пшеницы.

Вклад авторов

ЖС: определил цель и структуру работы, организовал научно-исследовательскую работу, собрал и проанализировал результаты исследований, оформил предварительный текст статьи, КЭ: принимала участие в исследовательском процессе, провела обзор литературы, осуществила математический анализ данных, ЖС и КЭ: вместе провели вычитку, обсудили и одобрили окончательную версию рукописи.

Информация о финансировании

Исследования проведены в рамках государственной программы Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан BR22885719 «Разработать и внедрить устойчивые системы земледелия для рентабельного производства сельскохозяйственной продукции в условиях изменяющегося климата для различных почвенно-климатических зон Казахстана».

Список литературы

- 1 Смагулов, ЕН. (2021). Пространственная дифференциация влияния климатических изменений на сельское хозяйство в Акмолинской области. *Аридные экосистемы*, 3(88), 72-80.
- 2 Григорук, ВВ, Аюлов, АМ, Долгих, СВ, Байшоланов, СС. (2012). *Акмолинская область: климат и урожай*. Алматы: 88.
- 3 Ирмулатов, БР, Мустафаев, БА, Кабыкенов, ТА. (2015). Совершенствование приемов влагонакопления в ресурсосберегающих технологиях. *Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве*, 91-94.
- 4 Шумаков, ББ. (1979). *Гидромелиоративные основы лиманного орошения*. М.: Гидрометеиздат, 215.
- 5 Шульмейстер, КГ. (1995). *Избранные труды*. Волгоград: 218-219.
- 6 Киденко, НС, Непра, АС, Романенко, НС. (2020). Снегозадержание при сельскохозяйственном производстве. *Инновационные механизмы и стратегические приоритеты научно-технического развития*, 143-144.
- 7 Алаторцев, ЕК. (1971). *Комплексное использование местного стока*. М.: Колос: 198.
- 8 Ильина, СА. (2019). Готовим зимой влагу для богатого урожая яровой пшеницы. *Научный журнал*, 2(36), 19-21.
- 9 Бараев, АИ. (1988). *Избранные труды*. М.: «Агропромиздат», 382.
- 10 Сулейменов, МК. (2013). Сберегающее плодосменное земледелие Северного Казахстана. *Новости науки Казахстана*, 4, 9-27.
- 11 Максютлов, НА. (2015). Влагосберегающие приемы и технологии в земледелии Оренбуржья. *Зерновое хозяйство России*, 6, 67-72.
- 12 Максютлов, НА. (2012). Повышение плодородия почвы, урожайности и качества продукции сельскохозяйственных культур в полевых севооборотах степной зоны Южного Урала. Оренбург: 332.
- 13 Клышбеков, ТА, Беляев, ВИ. (2014). Продуктивность яровой пшеницы в зернопаровом и плодосменном севооборотах в зависимости от технологии возделывания в засушливых условиях Северного Казахстана. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*, 9(119), 9-13.

References

- 1 Smagulov, EN. (2021). Prostranstvennaya differenciatsiya vliyaniya klimaticheskikh izmeneniina sel'skoe hozyaistvo v Akmolinskoi oblasti. *Aridnye ekosistemy*, 3(88), 72-80.
- 2 Grigoruk, VV, Ayulov, AM, Dolgih, SV, Baisholanov, SS. (2012). *Akmolinskaya oblast': klimat i urozhai*. Almaty: 88.
- 3 Irmulatov, BR, Mustafaev, BA, Kabykenov, TA. (2015). Sovershenstvovanie priemov vlagonakopleniya v resursosberegayushchih tekhnologiyah. *Nauchno-tekhnicheskij progress v sel'skohozyajstvennom proizvodstve*, 91-94.
- 4 Shumakov, BB. (1979). *Gidromeliorativnye osnovy limannogo orosheniya*. M.: Gidrometeoizdat, 215.
- 5 Shul'meister, KG. (1995). *Izbrannye trudy*. Volgograd: 218-219.
- 6 Kidenko, NS, Nepira, AS, Romanenko, NS. (2020). *Snegozaderzhanie pri sel'skohozyajstvennom proizvodstve. Innovacionnye mekhanizmy i strategicheskie prioritety nauchno-tekhnicheskogo razvitiya*, 143-144.
- 7 Alatorcev, EK. (1971). *Kompleksnoe ispol'zovanie mestnogo stoka*. M.: Kolos, 198.

8 Il'ina, SA. (2019). Gotovim zimoivlagu dlya bogatogo urozhaya yarovoi pshenicy. *Nauchnyi zhurnal*, 2(36), 19-21.

9 Baraev, AI. (1988). *Izbrannye trudy*. M.: «Agropromizdat», 382.

10 Sulejmenov, MK. (2013). Sbergayushchee plodosmennoe zemledelie Severnogo Kazakhstana. *Novosti nauki Kazakhstana*, 4, 9-27.

11 Maksyutov, NA. (2015). Vlagosberegayushchie priemy i tekhnologii v zemledelii Orenburzh'ya. *Zernovoe hozyajstvo Rossii*, 6, 67-72.

12 Maksyutov, NA. (2012). *Povyshenie plodorodiya pochvy, urozhajnosti i kachestva produkcii sel'skohozyajstvennyh kul'tur v polevyh sevooborotah stepnoj zony Yuzhnogo Urala*. Orenburg: 332.

13 Klyshbekov, TA, Belyaev, VI. (2014). Produktivnost' yarovoi pshenicy v zernoparovom i plodosmennom sevooborotah v zavisimosti ot tekhnologii vozdeleyvaniya v zasushlivykh usloviyah Severnogo Kazakhstana. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 9(119), 9-13.

**Ақмола облысының тәлімі жерлеріндегі биологиялық негізделген ауыспалы егіс
жүйесінде қар тоқтату тәсілдерінің су балансын реттеу мен жаздық бидайдың
өнімділігін арттырудағы рөлі**

Журик С.А., Келлер Э.Н.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Ақмола облысы – жылдық жауын-шашын мөлшері орта есеппен 320-360 мм болатын, оның едәуір бөлігі қар түрінде түсетін құрғақ аймаққа жатады. Бұл ретте қар жамылғысының биіктігі дәнді дақылдардың аңызы есебінен 15-25 см аралығында жиналады, ал қалған қар орман белдеулеріне ұшырылып, дәнді дақылдардың өнімділігін қалыптастыруға қатыспайды. Зерттеудің мақсаты – жасыл сүрі жермен биологиялық негізделген қысқа ротациялық ауыспалы егісте қар тоқтату тәсілдерінің топырақтың ылғал режимі мен жаздық бидайдың өнімділігіне әсерін зерттеу болды.

Материалдар мен әдістер. Үш жыл бойы қар жинақталу жағдайына, агрофондардың ылғалмен қамтамасыз етілуіне және бұршақ-сұлы қоспасынан кейінгі жасыл сүрі жерде жаздық бидайдың өнімділігіне бақылау жүргізілді. Бұл ретте қар жамылғысының сапалық көрсеткіштері (биіктігі, тығыздығы және су қоры) анықталды. Қар ерігеннен кейін, бидай себер алдында және жинау алдында 1 метрлік топырақ қабатындағы өнімді ылғал қоры өлшенді. Өсіп-өну кезеңінің соңында бидай өнімділігі есептелді.

Нәтижелер. Жасыл сүрі жерлен кейінгі бірінші дақыл ретінде себілген бидай егілген учаскелерде қар тоқтату тәсілдері қолданылған нұсқаларда топырақтың су-физикалық қасиеттері мен дақыл өнімділігінің ең жақсы көрсеткіштері байқалды. Қар биіктігі – 37,3 см, қардағы су қоры – 115,7 мм, себу алдындағы топырақтағы өнімді ылғал қоры – 122,4 мм. Жасыл сүрі жер кейінгі ауыспалы егісте төртінші дақыл ретінде егілген бидай учаскелерінде де қар жинау тәсілдері қолданылған нұсқаларда жақсы көрсеткіштер тіркелді: қар биіктігі – 52,8 см, қардағы су қоры – 132,0 мм, топырақтағы ылғал қоры – 124,2 мм. Бұл ретте топырақ тығыздығының ең төменгі көрсеткіштері тіркелді – бірінші агрофонда 1,21 г/см³ және екіншісінде 1,18 г/см³. Қар тоқтату тәсілдері қолданылған нұсқаларда бидайдың дән өнімділігі ең жоғары болды – тиісінше 18,4 ц/га және 14,5 ц/га.

Қорытынды. Зерттеу жылдарында ауа райының құрғақ болуына қарамастан, қар тоқтату тәсілдерін қолдану топырақта ылғалдың жинақталуына және бидай өнімділігінің қалыптасуына оң әсер етті.

Кілт сөздер: ылғал режимі; топырақ тығыздығы; жасыл сүрі жер; қар тоқтату; өнімділік.

The role of snow retention in regulating water balance and productivity of spring wheat in biologized crop rotations in the rainfed zone of Akmola region

Sergey A. Zhurik, Evelina N. Keller

Abstract

Background and Aim. Akmola region is an arid region, where the annual precipitation averages 320-360 mm, a significant part of which falls as snow. However, snow cover height accumulated due to stubble remaining after grain crops (typically, 15-20 cm is often blown away into shelterbelts and does not contribute to grain crop yield. The purpose of this research was to study the effect of snow retention on the soil water regime and the yield of spring wheat within a biologized short-rotation crop sequence that includes a green manure fallow.

Materials and Methods. Over three years, observations were made regarding snow accumulation, background moisture supply, and spring wheat yield following a green manure fallow planted with a pea-oat mixture. The qualitative indicators of the snow cover (height, density and water reserve) were determined concurrently. After the snow melted and prior to sowing wheat, and again before harvest, the reserves of productive moisture in the top one-meter soil layer were measured. At the end of the growing season, the wheat grain yield was recorded.

Results. In plots where wheat was sown as the first crop following the green manure fallow, the best soil water-physical properties and crop productivity were noted in the variant utilizing snow retention. In this variant, snow depth was 37.3 cm, water reserves in the snowpack were 115.7 mm, and productive soil moisture reserves were 122.4 mm. In plots where wheat was sown as the fourth crop in the rotation following the green manure fallow, the best indicators were also achieved with snow retention techniques: snow depth was 52.8 cm, water reserves in the snow were 132.0 cm, and productive soil moisture reserves were 124.2 mm. Furthermore, the lowest soil density was recorded in this variant (1.21 g/cm³ and 1.18 g/cm³ on the first and second backgrounds, respectively). The highest spring wheat grain yield in the variants using snow retention was 18.4 c/ha and 14.5 c/ha on the first and second backgrounds, respectively.

Conclusion. Despite the dry climatic conditions during the study years, the implementation of the snow retention positively affected both moisture accumulation in the soil and the final wheat yield.

Keywords: water regime; soil density; green manure fallow; snow retention; yield.