

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

ГРНТИ 68.29.07

DOI: 10.51886/1999-740X_2025_3_107

В.Н. Гусев^{1*}, С.Б. Кененбаев^{1*}, Б.М. Амангалиев¹, А.М. Сагимбаева¹,**К.У. Рустемова¹****ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛОМЫ В БОГАРНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ ЮГО-ВОСТОКА
КАЗАХСТАНА***¹ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и
растениеводства», 040909 Алматинская область, Карасайский район,**п. Алмалыбак, ул. Ерленесова, 1, Казахстан,***e-mail: agfaagro@mail.ru; serikkenenbayev@mail.ru*

Аннотация. Актуальность и необходимость использования соломы в качестве удобрения в богарных условиях юго-востока Казахстана обусловлены ухудшением потенциального плодородия почв, снижением содержания органического вещества и отрицательным балансом основных элементов минерального питания в пахотном горизонте вследствие недостаточного применения минеральных и органических удобрений. В данной обзорной статье рассматриваются основные механизмы влияния соломы на почву и её плодородие, а также анализируются возможные преимущества и масштабы её использования. Показана роль соломы в формировании баланса элементов питания и органического вещества в богарном земледелии юго-востока Казахстана. При существующих крайне низких объемах возврата соломы в почву (всего 0,9% от общей получаемой биомассы) ежегодные невозвратные потери элементов питания при возделывании озимой пшеницы, ярового ячменя и овса – основных культур зоны богарного земледелия региона – составляют в среднем 378 кг/га азота, 100 кг/га пятиоксида фосфора и 275 кг/га двуоксида калия. Ежегодная минерализация гумуса, даже с учётом гумификации пожнивно-корневой массы, достигает 471,1 тыс. т, что эквивалентно потерям порядка 1,8 т гумуса с каждого гектара посевной площади.

Ключевые слова: юго-восток Казахстана, богарное земледелие, зерновые культуры, солома, баланс элементов питания, потери гумуса.

ВВЕДЕНИЕ

Богарное земледелие юго-восточного региона Казахстана, охватывающее Алматинскую, Жетысускую и Жамбылскую области, является важнейшим зернопроизводящим районом страны. Основной сельскохозяйственной культурой региона выступает озимая пшеница, значительная часть которой возделывается на богарных землях.

Почвенный покров региона представлен преимущественно обыкновенными и светлыми сероземами, занимающими около 65% от общей площади. Предгорные светло-каштановые и тёмно-каштановые почвы занимают соответственно 26% и 9%. Из общей площади богарной пашни, составляю-

щей порядка 1,4 млн гектаров, основная часть (около 64%) приходится на зоны с недостаточным увлажнением (необеспеченная богара), где годовое количество осадков варьируется в пределах 200–280 мм. Зоны полуобеспеченной богары (280–400 мм) охватывают 26% территории, а обеспеченная богара (с осадками более 400 мм) занимает лишь 10% [1].

Содержание гумуса в обыкновенных сероземах юго-востока Казахстана, как правило, составляет 0,8–1,5% в пахотном горизонте. Согласно данным Республиканского научно-методического центра агрохимической службы МСХ, во всех регионах страны отмечается устойчивая тенденция снижения содержания органического вещества и

питательных элементов. За последние 60 лет в неорошаемых зонах уровень гумуса уменьшился примерно на треть от исходного значения [2, 3], при этом ежегодные потери составляют 0,6–1,2 т/га [4]. Для поддержания бездефицитного баланса гумуса необходимо ежегодное внесение не менее 10–12 т/га органических удобрений, однако в последние годы их использование в республике резко снизилось и составляет лишь около 1 т/га [5]. В результате большинство обследованных земель Казахстана характеризуется низким содержанием гумуса – 61%, средним – 35,5% и высоким – лишь 3,5% [6].

В условиях глобальных климатических изменений, истощения природных ресурсов и необходимости обеспечения продовольственной безопасности одним из наиболее перспективных и экологически безопасных способов улучшения состояния почв является использование органических материалов, в том числе соломы. Являясь побочным продуктом сельскохозяйственного производства, солома может сыграть важную роль в повышении урожайности и улучшении агрохимических свойств почвы, особенно в зернопроизводящих районах, к которым относится зона богарного земледелия юго-востока Казахстана.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Солома содержит больше органического вещества, чем другие органические удобрения, и её состав особенно ценен для повышения плодородия почвы. В ней присутствуют такие компоненты, как целлюлоза, пентозаны, гемицеллюлоза и лигнин, которые служат источниками углерода и энергии для почвенных микроорганизмов. Эти вещества являются основным строительным материалом для формирования гумуса. По количеству органического вещества 1 тонна соломы эквивалентна 3,5–4,0 тоннам навоза.

В состав соломы входят все необходимые растениям питательные вещества, которые после минерализации становятся легко доступными. Причём микроэлементов в соломе содержится больше, чем в зерне.

Солома способствует улучшению структуры почвы, повышая её пористость и водоудерживающую способность. Разлагаясь, она улучшает аэрацию почвы, создавая пористую структуру, способствующую газообмену, уменьшает уплотнение, а благодаря накоплению органического вещества снижает риск образования плотных горизонтов. Также повышается влагоёмкость, так как растительные остатки способны удерживать влагу, что особенно важно в засушливых условиях [7–11].

Солома существенно влияет на микробиологическую активность почвы. Благодаря высокому содержанию целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина она служит важным источником углерода для почвенной микробиоты. Помимо этого, в соломе присутствуют антимикробные соединения (например, фенолы), которые подавляют развитие патогенной микрофлоры. В то же время активные сапрофитные микроорганизмы конкурируют с патогенами за субстрат, что способствует снижению их численности.

При внесении соломы в почву создаются благоприятные условия для развития разнообразных микробных групп – актиномицетов, грибов и бактерий, что усиливает биологическую активность агроценозов и стабилизирует фитосанитарное состояние почвы [12–14].

В условиях богарного земледелия основным фактором, ограничивающим формирование урожая сельскохозяйственных культур, является дефицит влаги. Солома представляет собой эффективное средство для накопления и сохранения почвенной влаги. При её

оставлении на поверхности формируется мульчирующий слой, способствующий аккумуляции осенне-зимних осадков и уменьшению испарения. Первые снежные осадки, даже при небольшом количестве, задерживаются на соломе, что препятствует сносу снега ветром и снижает глубину промерзания почвы. Мульчирование соломой также уменьшает поверхностный сток в период весеннего снеготаяния и во время интенсивных осадков. Особенно выраженный положительный эффект наблюдается в засушливые годы. При заделке соломы в почву создаётся защитный покров, который выполняет барьерную функцию: снижает силу ударов дождевых капель по поверхности, предотвращает размывание верхнего слоя, а также уменьшает скорость приземного ветра, что существенно снижает риск ветровой эрозии.

Солома повышает водоудерживающую способность почвы за счёт увеличения её пористости и водопроницаемости, снижает скорость поверхностного стока и способствует более эффективному впитыванию влаги. Это предотвращает образование эрозионных потоков и снижает риск смыва плодородного слоя. Кроме того, уменьшаются потери питательных веществ за счёт предотвращения вымывания растворимых форм элементов питания и микроэлементов, которые сохраняются в верхних горизонтах и постепенно высвобождаются в процессе разложения органического материала [15–25].

Внесение соломы оказывает положительное влияние на урожайность различных сельскохозяйственных культур. Наиболее заметный эффект наблюдается в условиях деградированных почв или при низком содержании органического вещества, где солома способствует улучшению обеспеченности растений питательными элементами, подавляет развитие сорной растительности и создаёт более благоприят-

ные условия для роста культур. В ряде исследований [26–29] подчёркивается, что максимальная эффективность от использования соломы проявляется при её систематическом внесении. Длительное возвращение растительных остатков в почву способствует накоплению органического вещества, улучшению её структуры и питательного режима. Это обеспечивает повышение общей устойчивости агроэкосистем и способствует долговременному росту урожайности.

Солома характеризуется высоким соотношением углерода к азоту (C:N), которое в среднем составляет около 80:1. В процессе её разложения микроорганизмы используют доступный минеральный азот почвы для синтеза собственной биомассы, что вызывает иммобилизацию азота – его временную недоступность для растений. В результате на ранних стадиях вегетации у культур может возникать азотное голодание. Результаты исследований показывают, что заделка соломы без одновременного внесения азотных удобрений приводит к значительной иммобилизации азота и, как следствие, к снижению урожайности сельскохозяйственных культур [30–32].

Глубокая заделка соломы способствует улучшению структуры почвы и более равномерному распределению питательных веществ, что создаёт благоприятные условия для развития корневой системы и эффективного поглощения азота [33–36]. Совместное применение соломы и азотных удобрений (в дозе 20–30 кг N/га) позволяет компенсировать временные потери доступного азота и способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур [37–39].

В условиях богарного земледелия, особенно в зернопроизводящих районах, значение соломы как органического удобрения существенно возрастает. Она обладает рядом преимуществ:

является экологически безопасным источником органического вещества и менее затратна по сравнению с навозом. Экспериментальные данные показывают, что заделка 4–6 т/га измельчённой соломы в сочетании с азотными удобрениями в течение трёх лет обеспечила увеличение содержания гумуса в почве на 0,1–0,15 %, а влагоудерживающая способность возросла на 10–12 % [40].

Систематическое внесение соломы в течение пяти лет способствовало снижению потерь почвы от водной эрозии на 20–25%, увеличению плотности корнеобитаемого слоя на 5–8 % и повышению урожайности зерновых культур на 12–15% [41]. Применение соломы в качестве мульчи дополнительно снижает численность сорной растительности на 30–35 %, а содержание органического углерода в верхнем горизонте почвы возрастает на 0,2 % уже через два года [42].

Обобщение более чем 50 исследований [43] показало, что возвращение соломы в почву способствует ежегодному увеличению содержания органического углерода на 0,1–0,3 %, улучшает водопроницаемость на 10–20 % и обеспечивает рост урожайности на 5–25 % в зависимости от региона и возделываемой культуры. По данным четырёхлетнего полевого эксперимента [44], заделка соломы увеличила содержание микробной биомассы на 28%, органического углерода – на 0,25%, а урожайность риса – на 13,4% по сравнению с контролем без внесения соломы.

Для малогумусных почв Средней Азии доказано положительное влияние соломы на их плодородие. В исследованиях [45], проведённых на типичных сероземах Ферганской долины, внесение 5 т/га соломы хлопчатника с последующим азотным компенсированием способствовало увеличению содержания гумуса на 0,13 %, улучшению структурного состояния почвы (доля

водопрочных агрегатов >0,25 мм возросла с 48 до 58 %) и повышению урожайности пшеницы на 16 %.

В условиях богарного земледелия заделка 4 т/га измельчённой соломы на сероземных почвах снижала потери влаги на 18–20 % за счёт мульчирующего эффекта и повышала влагоёмкость пахотного слоя на 12%. Урожайность ячменя при этом увеличивалась на 0,38 т/га (около 14 %) [46].

В условиях Таджикистана установлено [43], что систематическое внесение соломы (3–5 т/га) на светлых сероземах способствует повышению содержания подвижных форм фосфора и калия, а также активизации микробиологической активности. Урожайность пшеницы при этом возрастала в среднем на 12–15%. Аналогичные результаты получены в засушливом районе Юго-Западного Китая, где почвы по своим свойствам близки к сероземам. Полевой опыт показал, что заделка соломы увеличивает микробную активность на 28%, содержание органического углерода – на 0,25%, а урожайность зерна – на 13,4 % [28].

В условиях богарного земледелия на сероземах Узбекистана внесение 5 т/га пшеничной соломы способствовало увеличению содержания органического вещества почвы на 0,21%, снижению испарения влаги на 15% и росту урожайности кукурузы на 18% [47].

Среднегодовой выход соломы при возделывании озимой пшеницы, ярового ячменя и овса в условиях богарного земледелия юго-востока Казахстана за 2021–2024 гг. составил 1,8 млн тонн. Из этого объёма в почву было возвращено лишь 16,1 тыс. тонн, что соответствует всего 0,9 %. На корм скоту (в основном крупному рогатому скоту, лошадям и овцам в стойловый период) использовалось около 4 % (74,4 тыс. тонн) полученной соломы. Определённая часть расходуется на другие хозяйственные нужды – в качестве

подстилки для животных, для производства компостов, а также как сырьё для биотоплива.

Существуют и непроизводительные потери соломы – утрате растительных остатков, не связанных с их использованием в качестве корма, удобрения или топлива. Эти потери особенно велики в богарных зонах с засушливым климатом. Наиболее распространённая причина – сжигание соломы на поле, применяемое для «быстрой очистки» после уборки урожая. При этом утрата потенциально ценной биомассы может достигать 30–50%. Сжигание сопровождается уничтожением органического вещества, разрушением почвенной микрофлоры, а также выбросами CO₂ и других вредных соединений в атмосферу.

В работе [48], основными источниками непроизводительных потерь соломы являются сжигание, выветривание и недобор при уборке. В степных районах при сжигании потери могут достигать 50%, а при неэффективной уборке – 10–15%. Отмечается необходимость комплексного подхода к утилизации растительных остатков.

В южных регионах Казахстана и России совокупные непроизводительные потери соломы в отдельных хозяйствах достигают 60–70 % [49]. Установлено, что при традиционной системе земледелия утрата органического вещества из-за сжигания и выветривания достигает критических величин, что ускоряет деградацию почвенной структуры. Авторы подчёркивают, что без возврата соломы в почву поддержание её плодородия становится невозможным. В качестве альтернативы рекомендуется интеграция соломы в севооборот и минимальная обработка почвы.

Зарубежные исследования также подтверждают значимость проблемы. Так, в аналитическом обзоре [50] отме-

чено, что совокупные потери соломы при сжигании, выветривании и неправильной обработке могут превышать 50% её массы. Делается вывод о необходимости системного подхода к управлению растительными остатками как ключевому элементу ресурсосберегающей стратегии.

Сельскохозяйственное производство на богарных землях юго-востока Казахстана, как отмечалось выше, ограничено сравнительно узким набором культур, преимущественно зерновыми колосовыми – озимой пшеницей, яровым ячменём и овсом.

Наибольшие площади занимает озимая пшеница – 71 % (259,3 тыс. га), на долю ячменя приходится 28 % (104,5 тыс. га), овса – лишь 1 % (2,2 тыс. га).

В условиях богарного земледелия наибольшую урожайность формирует яровая ячмень. В среднем за 2021–2024 гг. она составила 19,4 ц/га, колеблясь по годам в пределах 15,9–19,4 ц/га. Урожайность овса за этот же период составила 17,3 ц/га (15,7–19,7 ц/га), озимой пшеницы – 15,9 ц/га (13,5–18,7 ц/га). Формирование урожайности в первую очередь определялось количеством выпавших осадков. Так, 2021 и 2023 гг. характеризовались как засушливые: сумма осадков за апрель–июль составила 151,6 и 149,5 мм соответственно. В 2022 г. их количество достигало 172,1 мм, а в 2024 г. – 335,7 мм, что обеспечило заметное повышение урожайности.

Практически все зерновые культуры в условиях богарного земледелия возделываются за счёт естественного плодородия почвы. Исключение составляет озимая пшеница, под которую вносятся незначительные количества минеральных удобрений и навоза. В среднем за 2021–2024 гг. в почву поступило всего 1646,3 ц азота, 155,4 ц фосфора и 103,2 ц калия (включая минеральные удобрения и навоз).

Причём основная часть этих удобрений применялась в предгорных районах обеспеченной осадками богары.

Трансформация содержания элементов питания в почве при применении удобрений представляет значительный интерес, так как выражается в показателях баланса питательных веществ [51]. Баланс питательных элементов – это соотношение их качественного и количественного содержания с учётом поступления и расхода за определённый промежуток времени. К приходной части относятся удобрения, пожнивные и послеуборочные остатки сельскохозяйственных культур, а также питательные элементы, вносимые с посевным и посадочным материалом. К расходной – вынос элементов питания с товарной продукцией, смыв с поверхности и вымывание в грунтовые воды, эрозионные потери, а также утраты в результате газообразования [52–53].

Одним из объективных показателей степени интенсификации земледелия является баланс элементов питания в пахотных горизонтах почв. Производство растениеводческой продукции изменяет соотношение поступления и выноса питательных элементов: применение удобрений увеличивает их приходную часть, тогда как урожай и побочная продукция формируют расходную, что нередко приводит к нарушению баланса [54–55].

Суммарный вынос основных элементов минерального питания урожаями озимой пшеницы, ярового ячменя и овса, с учётом соответствующего количества побочной продукции, за последние 4 года составил 143 тыс. т азота, 36,6 тыс. т пятиоксида фосфора и 104,3 тыс. т двуоксида калия. Определённые межгодовые колебания объясняются различиями в урожайности и посевных площадях возделываемых культур.

В среднем за 2021–2024 гг. ежегодный вынос составлял 35,7 тыс. т азота,

9,2 тыс. т фосфора и 26,1 тыс. т калия.

Возвратная часть баланса формируется за счёт поступления в почву основных элементов питания с минеральными и органическими удобрениями, соломой, а также пожнивно-корневой массой возделываемых культур. В среднем за 2021–2024 гг. общее количество элементов минерального питания, поступивших в почву, составило 2,2 тыс. т, из которых на минеральные удобрения приходилось 8 % (0,2 тыс. т), на внесённую солому – 12,8 % (0,29 тыс. т), а на пожнивно-корневые остатки – 79,2% (1,8 тыс. т). В целом восполнение выноса питательных веществ за счёт этих источников оставалось крайне недостаточным: оно компенсировало лишь 2,8 % потерь по азоту, 3,2 % – по фосфору и 4,2 % – по калию.

Ежегодные потери питательных элементов из почвы при возделывании озимой пшеницы составляют в среднем 136 кг/га азота, 46 кг/га пятиоксида фосфора и 92 кг/га двуоксида калия. Под посевами ярового ячменя и овса наблюдаются сопоставимые потери элементов питания, что приводит к ежегодному снижению уровня почвенного плодородия.

Формирование отрицательного баланса объясняется тем, что под эти культуры практически не вносились удобрения. Между тем, результаты проведённых исследований убедительно подтверждают высокую эффективность применения минеральных удобрений, особенно фосфорных. Так, в среднем за три года на необеспеченной осадками богаре внесение фосфорных удобрений в дозах 30–90 кг/га обеспечивало прибавку урожая зерна на 2,3–3,5 ц/га [56]. Эффективность ранневесенних подкормок азотными удобрениями зависела от влагообеспеченности растений. В засушливые годы, характерные для зоны (1970–1971), их применение не давало положительного

эффекта, тогда как в относительно увлажнённом 1972 году урожайность увеличивалась на 1,1–2,2 ц/га.

По данным [57] урожайность озимой пшеницы в паровом звене почвозащитного севооборота существенно колебалась по годам. Внесение фосфорных удобрений (P15) в рядки при посеве обеспечивало в среднем прибавку урожая на 2,4 ц/га, основное внесение (P30) – на 2,6 ц/га, а при дозе P60 (под основную обработку) прибавка достигала 3,3 ц/га (таблица 3). Совместное применение азотно-фосфорных удобрений (N30P60) обеспечивало в среднем за три года урожайность озимой пшеницы на уровне 25,8 ц/га, что на 4,4 ц/га выше контроля.

Таким образом, внесение рекомендованных норм азотно-фосфорных удобрений способно значительно увеличить валовые сборы зерна в условиях

богарного земледелия. Даже повышение урожайности основных зерновых культур всего на 1 ц/га приводит, при существующих посевных площадях, к увеличению валового сбора зерна на 73,1 тыс. т, или на 11,2 %.

Повышение урожайности способствует росту пожнивно-корневой массы и, соответственно, большему возврату в почву элементов питания и органического вещества, что усиливает процессы гумификации. В среднем за 2021–2024 гг. ежегодное восполнение содержания гумуса за счёт пожнивно-корневой массы возделываемых культур составило 11,9 тыс. т, или около 0,1 т на каждый гектар посевной площади.

В то же время возделывание сельскохозяйственных культур без компенсации выноса азота приводит к заметным потерям гумуса вследствие его минерализации (таблица 1).

Таблица 1 – Ежегодная минерализация гумуса под основными зерновыми культурами в условиях богарного земледелия юго-востока Казахстана (2021–2024 гг.)

Культура	Ежегодная минерализация гумуса,	
	тыс. тонн	т/га
Озимая пшеница	151,2	0,5
Яровой ячмень	318,3	0,7
Овес	1,6	0,6
Всего	471,1	1,8

Согласно расчётам, ежегодная минерализация гумуса с учётом гумификации пожнивно-корневых остатков достигала 471,1 тыс. т. Это означает, что каждый гектар посевной площади терял в среднем около 1,8 т гумуса.

Таким образом, при существующей системе возделывания озимой пшеницы, ярового ячменя и овса в условиях богарного земледелия юго-востока Казахстана ежегодные невосполнимые потери основных элементов минерального питания и гумуса достигают существенных размеров и приводит к снижению плодородия богарных земель.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На юго-востоке Казахстана в условиях богарного земледелия на пахотных почвах ввиду недостаточных объёмов применения минеральных и органических удобрений, наблюдается ухудшение потенциального плодородия и снижение содержания органического вещества. Ежегодная минерализация органического вещества, с учётом гумификации пожнивно-корневой массы, составила 471,1 тыс. т, что эквивалентно потере порядка 1,8 т гумуса с каждого гектара посевной площади.

В зависимости от вида культур (озимая пшеница, яровой ячмень, овёс)

при внесении 1 т соломы в почву поступает 790–810 кг органического вещества, 5,5–6,5 кг азота, 20–35 кг фосфора, 9–16 кг калия, 2,8–3,8 кг кальция, 0,9–1,0 кг магния и 0,4–1,7 кг серы. Скорость разложения соломы определяется соотношением углерода к азоту (C:N): чем оно уже, тем быстрее идёт процесс минерализации. При использовании соломы в чистом виде в первый год возможен временный дефицит азота вследствие его иммобилизации почвенной микробиотой, поэтому на 1 т соломы рекомендуется дополнительно вносить 10–12 кг минерального азота.

Возвратная часть баланса питательных веществ формируется за счёт внесения удобрений, заделки соломы и пожнивно-корневых остатков. В среднем за 2021–2024 гг. из общего объёма поступления (2,2 тыс. т) доля минеральных удобрений составила 8 % (0,2 тыс. т), соломы – 12,8 % (0,29 тыс. т), пожнивно-корневых остатков – 79,2 % (1,8 тыс. т). Однако суммарное восполнение выноса компенсировалось лишь на 2,8 % по азоту, 3,2 % – по фосфору и 4,2 % – по калию, что свидетельствует о дефицитном балансе.

По содержанию органического вещества 1 т соломы эквивалентна 3,5 т подстилочного навоза. Установлено, что систематическое применение соломы увеличивает содержание гумуса в сероземных почвах на 0,88–1,06 %, а её гумусообразующая способность сопоставима с 3,3 т навоза на 1 т соломы. Регулярное внесение соломы способствует росту запасов органического

углерода и гумуса, особенно в условиях ограниченного увлажнения, а также снижает потери гумуса и тонкодисперсной фракции почвы от ветровой и водной эрозии.

Органическое вещество соломы является источником углекислого газа, используемого растениями. Внесение соломы снижает вымывание растворимых форм азота, закреплённого в органических соединениях, повышает доступность фосфатов и активизирует микробную минерализацию органических фосфатов, делая фосфор более доступным растениям. Оптимальный эффект достигается при соотношении C:N около 25:1.

Мульчирование соломой уменьшает или полностью предотвращает поверхностный сток, способствует равномерному распределению влаги, улучшает структуру пахотного слоя и снижает испарение. Внесение соломы повышает водопроницаемость почвы в 1,5–2 раза и увеличивает запасы влаги в метровом слое на 25 мм. На мульчированных землях интенсивность эрозии сокращается в два раза, а смыл на склонах уменьшается в восемь раз.

Применение соломы как органического удобрения в сочетании с азотно-фосфорными туками повышает урожайность зерновых культур в среднем на 1,4–2,5 ц/га. Использование соломы сокращает затраты на её утилизацию и возвращает в биологический круговорот значительные объёмы органического вещества, что способствует формированию новых урожаев.

Настоящая статья подготовлена в рамках программно-целевого финансирования научных исследований Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан на 2024–2026 гг. по программе ИРН BR22885097 «Обеспечение рационального использования земель сельскохозяйственного назначения в интенсивном земледелии на основе новых подходов в сохранении и воспроизводстве плодородия почв».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киреев А.К., Кененбаев С.Б. Ресурсосберегающие приемы обработки почвы под озимую пшеницу на богаре юго-востока Казахстана. Алматы: ТОО «Издательство», 2017. – 226 с.
2. Фаизов К. Ш., Уразалиев Р. А., Иорганский А. И., Есимбеков М. Б. Антропогенное опустынивание почв Республики Казахстан. – Алматы, 2000. – 33 с.
3. Елешев Р. Е. Современное состояние пахотных земель и пути воспроизводства их плодородия// Освоение целинных и залежных земель: история и современность: сборник статей по материалам докладов научно-теоретической конференции (4-6 декабря 2003 года), посвященной 50-летию освоения целинных и залежных земель. – Астана: Казахский аграрный университет им. С. Сейфуллина, 2004. – С. 97–102.
4. Мерзлая Г.Е., Зябкина Г.А., Фомкина Т.П. Длительное применение органических и минеральных удобрений при оптимизации их доз и сочетаний на легкосуглинистой почве// Агрохимия. - 2006. - № 10. - С. 33-40.
5. Шевцова Л.К., Хайдуков К.П., Кузьменко Н.Н. Трансформация органического вещества легкосуглинистой дерново-подзолистой почвы при длительном применении в льняном севообороте// Агрохимия. - 2012. - № 10. - С. 3-12.
6. Чуб М.П., Пронько В.В., Сайфулина Л.Б., Ярошенко Т.М., Климова Н.Ф. Плодородие чернозема южного и продуктивность зернопарового севооборота при длительном применении минеральных удобрений// Агрохимия. - 2010.-№7. -С.3-13.
7. Чебыкина Е.В., Таран Т.В., Котьяк П.А., Казнина М.А. Агрохимическая оценка длительного применения соломы и минеральных удобрений на дерново-подзолистой глееватой почве// Вестник АПК Верхневолжья - 2023. - № 4 (64). - С. 5–13.
8. Куликова Н.В. Солома как органическое удобрение: влияние на свойства почвы// Агрохимия. - 2019. - № 9. - С. 37–46.
9. Сидоров А.В., Кузнецова М.И. Влияние растительных остатков на агрофизические свойства чернозёмов// Агрохимия. - 2021. - № 4. - С. 45–52.
10. Михайлова Е.П. Использование соломы для повышения водоудерживающей способности почв в засушливых регионах// Земледелие. - 2018. - № 3. - С. 22–27.
11. Жежер А.Я., Ефимова Г.И. Система удобрений в полевых севооборотах// Методические рекомендации. – Новосибирск: ВАСХНИЛ, Сибирское отделение, СибНИИЗХим, 1990. – 12 с.
12. Ocio J. A., Brookes P. C., Jenkinson D. S. Field incorporation of straw and its effects on soil microbial biomass and activity// Soil Biology and Biochemistry. – 1991. – Vol. 23, № 2. – P. 171–176.
13. Zhang X., Ren, X., Cai, L. Effects of Different Straw Incorporation Amounts on Soil Organic Carbon, Microbial Biomass, and Enzyme Activities in Dry-Crop Farmland// Sustainability. – 2024. – Т. 16, № 23. – С. 10588.
14. Н Т, Yang Y, et al. The role of straw mulching in shaping rills and stabilizing rill network under simulated extreme rainfall// Soil and Tillage Research. – 2023. – Т. 229. – С. 105656.
15. Иванов А.А., Петров, В.В. Влияние соломы на структурное состояние почвы и ее устойчивость к эрозии// Почвоведение. – 2023. – № 8. – С. 112-119.
16. Сидоров Н.М. Использование растительных остатков для защиты почвы от эрозии// Агроэкология. – 2021. – № 5. – С. 45-52.

17. Козлов Е.С. Почвозащитные технологии с использованием соломы// Земледелие. – 2022. – № 4. – С. 78-84.
18. Алексеев И.К., Смирнова, Л.П. Органическое мульчирование для защиты почв от эрозии// Вестник аграрной науки. – 2020. – № 6. – С. 30-36.
19. Захаров, В.П., Лебедев, С.В. Влияние остатков соломы на водный баланс и эрозионные процессы в черноземах// Почвы и агрохимия. – 2024. – № 9. – С. 56-63.
20. Kavian A., Kalehhouei M., et al. The Use of Straw Mulches to Mitigate Soil Erosion under Different Rainfall Intensities// Water. – 2020. – Т. 12, № 9. – С. 2518.
21. Lucas-Borja, M. E., Zema D. A., et al. Delayed application of straw mulching increases soil erosion in post-fire pine forests// Catena. – 2023. – Т. 236. – С. 107714.
22. Бакиров Ф. Г., Поляков Д.Г., Васильев И.В. Накопление и сохранение влаги почвенной и соломенной мульчей в Оренбургской области// Земледелие. - 2022. - № 3. - С. 3-7.
23. Бакиров Ф. Г., Коряковский А. В. Мульчирование – эффективный способ использования водных ресурсов// Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2011. - № 3 (31). - С. 55–56.
24. Kahlon M. S., Lal R., Ann-Varughese B.M. Twenty-two years of tillage and mulching impacts on soil physical characteristics and carbon sequestration in Central Ohio// Soil & Tillage Research. – 2013. – Vol.126. – P. 151–158.
25. Cook H. F., Valdes G. S. B., Lee H. C.15.Mulch effects on rainfall interception, soil physical characteristics and temperature under Zea mays L.// Soil & Tillage Research. – 2006. – Vol.91. – P. 227–235.
26. Юшкевич Л. В., Ершов В. Л. Применение соломы и эффективность обработки почвы в засушливом земледелии Западной Сибири// Вестник ОмГАУ. – 2013. – №4 (12). – С. 18–22.
27. Влияние соломы и органических удобрений на факторы плодородия, рост и развитие яровой пшеницы / [Редкол.: Сулейменов М. К. (отв. ред.) и др.]. - Целиноград: ВНИИЗХ, 1982. - 53 с.
28. Liu K, Hu Y, Li Y, Wang L, Jin L, Cai L, Wu X, Yang Z, Li Y, Wei D. Straw Returning Methods Affects Macro-Aggregate Content and Organic Matter Content in Black Soils: Meta-Analysis and Comprehensive Validation. Plants (Basel). – 2024. – Vol.13(23). – P.3284.
29. Li J., Jin, X., Li J., Li X., Han Y., Dong, L., & Zou H. (2024). Deep return of straw improves topsoil health and maize productivity more efficiently than shallow return. Soil Use and Management. – 2024. – Vol.40. – e13131.
30. Тулина А.С., Семенов В.М. Усиление иммобилизации азота при внесении соломы// Агрохимия. - 2019. - № 3. - С. 3–18.
31. Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. Иммобилизация азота при внесении биомассы сидеральных культур // Почвоведение. - 2022. - № 1. - С. 68–76.
32. Безлер Н.В. Запашка соломы ячменя и продуктивность культур в зернопропашном севообороте// Земледелие. - 2013. - № 4. - С. 11–13.
33. Ерёмин Д.И., Ахтямова А.А. Скорость разложения соломы яровой пшеницы при различных системах основной обработки почвы в лесостепной зоне Зауралья// Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. - 2015. - № 1 (28). - С. 16-20.
34. Андреев С.Н., Кузнецов В.И. Влияние глубины заделки соломы на агрохимические свойства чернозёма// Почвоведение. - 2018. - № 9. - С. 112–117.
35. Иванова Л.П., Смирнов А.В. Биологическая активность почвы при различной глубине заделки соломы// Агрохимия. - 2020. - № 5. - С. 25–30.

36. Петрова Н.В., Сидоров И.А. Влияние способов заделки соломы на урожайность озимой пшеницы// Земледелие. - 2019. - № 4. - С. 45–49.
37. Куприченков М.Т. Рекомендации по использованию соломы на удобрение в Ставропольском крае// М.Т. Куприченков. - Ставрополь: Ставропольский ГЦАС, 2017. - 24 с.
38. Волынкин В.И., Копылов А.Н., Волынкина О.В., Кириллова Е.В. Влияние минеральных удобрений на урожайность культур и агрохимические свойства обыкновенного солонцеватого чернозёма в условиях Зауралья// Агрохимия. - 2016. - № 2. - С. 10–19.
39. Семенов В.М. Экологическая агрохимия азота и углерода// Проблемы агрохимии и экологии. - 2024. - № 2. - С. 57–68.
40. Родионов А. Н., Васильев П. А., Миронова Т. И. Солома как элемент устойчивого земледелия// Земледелие. – 2020. – № 6. – С. 12–18.
41. Пономаренко С. П. Биологизация земледелия: роль растительных остатков// Вестник аграрной науки. – 2019. – № 8. – С. 34–38.
42. Blanco-Canqui H., Lal R. Crop residue removal impacts on soil productivity and environmental quality // Critical Reviews in Plant Sciences. – 2009. – Vol. 28, № 3. – P. 139–163.
43. Huang M., Zou Y., Jiang P., Xia B. Straw incorporation influences soil carbon, microbial biomass and crop yields// Soil and Tillage Research. – 2012. – Vol. 124. – P. 17–24.
44. Юсупов Ж. Ж., Ташпулатов Ш. Т. Влияние растительных остатков на плодородие сероземных почв Узбекистана// Агрохимия и почвоведение. – 2018. – № 4. – С. 22–26.
45. Султанов А. К. Применение соломы в севооборотах на сероземах Средней Азии// Вестник сельскохозяйственной науки. – 2021. – № 2. – С. 65–70.
46. Ismailov B., Khasanov B., Juraev S. Effect of wheat straw application on soil fertility and crop yield in rainfed farming conditions of Central Asia// Journal of Arid Land Studies. – 2021. – Vol. 31, № 2. – P. 112–119.
47. Кравченко А. Н. Потери растительных остатков в агроландшафтах степной зоны// Агроэкология. – 2019. – №4. – С. 23–27.
48. Завражный В. Ф. Сохранение и рациональное использование соломы в хозяйствах с богарным земледелием// Земледелие. – 2020. – № 5. – С. 41–46.
49. Гаврилюк В. И. Органические остатки и структура почвосберегающих технологий// Агрохимия. – 2018. – № 2. – С. 34–38.
50. Blanco-Canqui H., Lal R. Residue management for soil health and crop productivity// Soil & Tillage Research. – 2007. – Vol. 94, № 1. – P. 134–152.
51. Сычев В.Г., Шафран С.А. Прогноз плодородия почв Нечерноземной зоны в зависимости от уровня применения удобрений// Плодородие. 2019. – № 2 (107). – С. 22–25.
52. Жуков Ю.П. Баланс питательных веществ как прогнозно-экологический показатель плодородия почв и продуктивности культур // Агрохимия. – 1996. – № 7. – С. 35–46.
53. Волынкина О.В. Баланс питательных веществ на посевах сельскохозяйственных культур// Плодородие. 2020. № 4 (115). - С. 13–16.
54. Плотников А.М., Кабдунова Г.С. Баланс элементов питания и продуктивность зернопарового севооборота при применении минеральных удобрений// Проблемы агрохимии и экологии. – 2018. – № 1. – С. 38–41.

55. Воробьев В.Б. Влияние уровней азотного питания озимой пшеницы на баланс питательных веществ в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве// Вестник Белорусской ГСХА. – 2020. – № 2. – С. 107–111.

56. Умбетов А.К. Оптимизация условий минерального питания зерновых культур на богаре юго-востока Казахстана: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Алматы. – 47 с.

57. Мукашев Ж.М. Удобрение озимой пшеницы в зернопаропропашном севообороте в условиях необеспеченной осадками богары юга и юго-востока Казахстана: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Алма-Ата, 1972. – 29 с.

REFERENCES

1. Kireyev A.K., Kenenbayev S.B. Resursosberegayushchiye priyemy obrabotki pochvy pod ozimuyu pshenitsu na bogare yugo-vostoka Kazakhstana. Almaty: TOO «Izdatelstvo», 2017. – 226 s.

2. Faizov K. Sh., Urazaliyev R. A., Iorgansky A. I., Yesimbekov M. B. Antropogennoye opustynivaniye pochv Respubliki Kazakhstan. – Almaty, 2000. – 33 s.

3. Yeleshev R. Ye. Sovremennoye sostoyaniye pakhotnykh zemel i puti vosproizvodstva ikh plodorodiya// Osvoyeniye tselinnykh i zalezhnykh zemel: istoriya i sovremennost: sbornik statey po materialam dokladov nauchno-teoreticheskoy konferentsii (4-6 dekabrya 2003 goda), posvyashchennoy 50-letiyu osvoyeniya tselinnykh i zalezhnykh zemel. – Astana: Kazakhsky agrarny universitet im. S. Seyfullina, 2004. – S. 97–102.

4. Merzlaya G.E., Zyabkina G.A., Fomkina T.P. Dlitelnoye primeneniye organicheskikh i mineralnykh udobreny pri optimizatsii ikh doz i sochetany na legkosuglinistoy pochve// Agrokimiya. - 2006. - № 10. - S. 33-40.

5. Shevtsova L.K., Khaydukov K.P., Kuzmenko N.N. Transformatsiya organicheskogo veshchestva legkosuglinistoy dernovo-podzolistoy pochvy pri dlitelnom primeneniі v lnyanom sevooborote// Agrokimiya. - 2012. - № 10. - S. 3-12.

6. Chub M.P., Pronko V.V., Sayfulina L.B., Yaroshenko T.M., Klimova N.F. Plodorodiye chernozema yuzhnogo i produktivnost zernoparovogo sevooborota pri dlitelnom primeneniі mineralnykh udobreny// Agrokimiya. - 2010. - № 7. - S. 3-13.

7. Chebykina Ye.V., Taran T.V., Kotyak P.A., Kaznina M.A. Agrokhimicheskaya otsenka dlitelnogo primeneniya solomy i mineralnykh udobreny na dernovo-podzo-listoy gleyevatoy pochve// Vestnik APK Verkhnevolzhya - 2023. - № 4 (64). - S. 5–13.

8. Kulikova N.V. Soloma kak organicheskoye udobreniye: vliyaniye na svoystva pochvy// Agrokimiya. - 2019. - № 9. - S. 37–46.

9. Sidorov A.V., Kuznetsova M.I. Vliyaniye rastitelnykh ostatkov na agrofizicheskiye svoystva chernozyomov// Agrokimiya. - 2021. - № 4. - S. 45–52.

10. Mikhaylova Ye.P. Ispolzovaniye solomy dlya povysheniya vodouderzhivayushchey sposobnosti pochv v zasushlivykh regionakh// Zemledeliye. - 2018. - №3. - S. 22–27.

11. Zhezher A.Ya., Yefimova G.I. Sistema udobreny v polevykh sevooborotakh// Metodicheskiye rekomendatsii. – Novosibirsk: VASKhNIL, Sibirskoye otdeleniye, SibNIIZKhim, 1990. – 12 s.

12. Ocio J. A., Brookes P. C., Jenkinson D. S. Field incorporation of straw and its effects on soil microbial biomass and activity// Soil Biology and Biochemistry. – 1991. – Vol. 23, № 2. – P. 171–176.

13. Zhang X., Ren, X., Cai, L. Effects of Different Straw Incorporation Amounts on

Soil Organic Carbon, Microbial Biomass, and Enzyme Activities in Dry-Crop Farmland// Sustainability. – 2024. – T. 16, № 23. – S. 10588.

14. H T., Yang Y., et al. The role of straw mulching in shaping rills and stabilizing rill network under simulated extreme rainfall// Soil and Tillage Research. – 2023. – T. 229. – S. 105656.

15. Ivanov A.A., Petrov, V.V. Vliyaniye solomy na strukturnoye sostoyaniye pochvy i eye ustoychivost k erozii// Pochvovedeniye. – 2023. – № 8. – S. 112-119.

16. Sidorov N.M. Ispolzovaniye rastitelnykh ostatkov dlya zashchity pochvy ot erozii// Agroekologiya. – 2021. – № 5. – S. 45-52.

17. Kozlov Ye.S. Pochvozashchitnye tekhnologii s ispolzovaniyem solomy// Zemledeliye. – 2022. – № 4. – S. 78-84.

18. Alekseyev I.K., Smirnova, L.P. Organicheskoye mulchirovaniye dlya zashchity pochv ot erozii// Vestnik agrarnoy nauki. – 2020. – № 6. – S. 30-36.

19. Zakharov, V.P., Lebedev, S.V. Vliyaniye ostatkov solomy na vodny balans i erozionnye protsessy v chernozemakh// Pochvy i agrokhimiya. – 2024. – № 9. – S. 56-63.

20. Kavian A., Kalehhouei M., et al. The Use of Straw Mulches to Mitigate Soil Erosion under Different Rainfall Intensities// Water. – 2020. – T. 12, № 9. – S. 2518.

21. Lucas-Borja, M. E., Zema D. A., et al. Delayed application of straw mulching increases soil erosion in post-fire pine forests// Catena. – 2023. – T. 236. – S. 107714.

22. Bakirov F. G., Polyakov D.G., Vasilyev I.V. Nakopleniye i sokhraneniye vlagi pochvennoy i solomennoy mulchey v Orenburgskoy oblasti// Zemledeliye. – 2022. – № 3. – S. 3-7.

23. Bakirov F. G., Koryakovskiy A. V. Mulchirovaniye – effektivnyy sposob ispolzovaniya vodnykh resursov// Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2011. – № 3 (31). – S. 55-56.

24. Kahlon M. S., Lal R., Ann-Varughese B.M. Twenty-two years of tillage and mulching impacts on soil physical characteristics and carbon sequestration in Central Ohio// Soil & Tillage Research. – 2013. – Vol. 126. – P. 151-158.

25. Cook H. F., Valdes G. S. B., Lee H. C.15. Mulch effects on rainfall interception, soil physical characteristics and temperature under Zea mays L.// Soil & Tillage Research. – 2006. – Vol.91. – P. 227-235.

26. Yushkevich L. V., Yershov V. L. Primeneniye solomy i effektivnost obrabotki pochvy v zasushlivom zemledelii Zapadnoy Sibiri// Vestnik OmGAU. – 2013. – № 4 (12). – S.18-22.

27. Vliyaniye solomy i organicheskikh udobreniy na faktory plodorodiya, rost i razvitiye yarovoy pshenitsy / [Redkol.: Suleymenov M. K. (otv. red.) i dr.]. – Tselinograd: VNIIZKh, 1982. – 53 s.

28. Liu K, Hu Y, Li Y, Wang L, Jin L, Cai L, Wu X, Yang Z, Li Y, Wei D. Straw Returning Methods Affects Macro-Aggregate Content and Organic Matter Content in Black Soils: Meta-Analysis and Comprehensive Validation. Plants (Basel). – 2024. – Vol.13 (23). – P.3284.

29. Li J., Jin, X., Li J., Li X., Han Y., Dong, L., & Zou H. (2024). Deep return of straw improves topsoil health and maize productivity more efficiently than shallow return. Soil Use and Management. – 2024. – Vol.40. – e13131.

30. Tulina A.S., Semenov V.M. Usileniye immobilizatsii azota pri vnesenii solomy// Agrokhimiya. – 2019. – № 3. – S. 3-18.

31. Zavalin A.A., Sokolov O.A., Shmyreva N.Ya. Immobilizatsiya azota pri vnesenii biomassy sideralnykh kultur // Pochvovedeniye. – 2022. – № 1. – S. 68-76.

32. Bezler N.V. Zapashka solomy yachmenya i produktivnost kultur v zernopropashnom sevooborote// Zemledeliye. - 2013. - № 4. - S. 11–13.
33. Yeryomin D.I., Akhtyamova A.A. Skorost razlozheniya solomy yarovoy pshenitsy pri razlichnykh sistemakh osnovnoy obrabotki pochvy v lesostepnoy zone Zauralya// Vestnik Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zauralya. - 2015. - № 1 (28). - S. 16–20.
34. Andreyev S.N., Kuznetsov V.I. Vliyaniye glubiny zadelki solomy na agrokhimicheskiye svoystva chernozyoma// Pochvovedeniye. - 2018. - № 9. - S. 112–117.
35. Ivanova L.P., Smirnov A.V. Biologicheskaya aktivnost pochvy pri razlichnoy glubine zadelki solomy// Agrokhimiya. - 2020. - № 5. - S. 25–30.
36. Petrova N.V., Sidorov I.A. Vliyaniye sposobov zadelki solomy na urozhaynost ozimoy pshenitsy// Zemledeliye. - 2019. - № 4. - S. 45–49.
37. Kuprichenkov M.T. Rekomendatsii po ispolzovaniyu solomy na udobreniye v Stavropolskom kraye// M.T. Kuprichenkov. - Stavropol: Stavropolsky GTsAS, 2017. - 24 s.
38. Volynkin V.I., Kopylov A.N., Volynkina O.V., Kirillova Ye.V. Vliyaniye mineralnykh udobreny na urozhaynost kultur i agrokhimicheskiye svoystva obyknovennogo solontsevatogo chernozyoma v usloviyakh Zauralya// Agrokhimiya. - 2016. - № 2. - S. 10–19.
39. Semenov V.M. Ekologicheskaya agrokhimiya azota i ugleroda// Problemy agrokhimii i ekologii. - 2024. - № 2. - S. 57–68.
40. Rodionov A. N., Vasilyev P. A., Mironova T. I. Soloma kak element ustoychivogo zemledeliya// Zemledeliye. - 2020. - № 6. - S. 12–18.
41. Ponomarenko S. P. Biologizatsiya zemledeliya: rol rastitelnykh ostatkov// Vestnik agrarnoy nauki. - 2019. - № 8. - S. 34–38.
42. Blanco-Canqui H., Lal R. Crop residue removal impacts on soil productivity and environmental quality // Critical Reviews in Plant Sciences. - 2009. - Vol. 28, № 3. - P. 139–163.
43. Huang M., Zou Y., Jiang P., Xia B. Straw incorporation influences soil carbon, microbial biomass and crop yields// Soil and Tillage Research. - 2012. - Vol. 124. - P. 17–24.
44. Yusupov Zh. Zh., Tashpulatov Sh. T. Vliyaniye rastitelnykh ostatkov na plodorodiye serozemnykh pochv Uzbekistana// Agrokhimiya i pochvovedeniye. - 2018. - № 4. - S. 22–26.
45. Sultanov A. K. Primeneniye solomy v sevooborotakh na serozemakh Sredney Azii// Vestnik selskokhozyaystvennoy nauki. - 2021. - № 2. - S. 65–70.
46. Ismailov B., Khasanov B., Juraev S. Effect of wheat straw application on soil fertility and crop yield in rainfed farming conditions of Central Asia// Journal of Arid Land Studies. - 2021. - Vol. 31, № 2. - P. 112–119.
47. Kravchenko A. N. Poteri rastitelnykh ostatkov v agrolandshaftakh stepnoy zony// Agroekologiya. - 2019. - № 4. - S. 23–27.
48. Zavrazhny V. F. Sokhraneniye i ratsionalnoye ispolzovaniye solomy v khozyaystvakh s bogarnym zemledeliem// Zemledeliye. - 2020. - № 5. - S. 41–46.
49. Gavriluk V. I. Organicheskiye ostatki i struktura pochvosberegayushchikh tekhnology// Agrokhimiya. - 2018. - № 2. - S. 34–38.
50. Blanco-Canqui H., Lal R. Residue management for soil health and crop productivity// Soil & Tillage Research. - 2007. - Vol. 94, № 1. - P. 134–152.
51. Sychev V.G., Shafran S.A. Prognoz plodorodiya pochv Nechernozemnoy zony v zavisimosti ot urovnya primeneniya udobreny// Plodorodiye. 2019. - № 2 (107). - S. 22–25.
52. Zhukov Yu.P. Balans pitatelnykh veshchestv kak prognozno-ekologicheskyy pokazatel plodorodiya pochv i produktivnosti kultur // Agrokhimiya. - 1996. - № 7. - S. 35–46.

53. Volynkina O.V. Balans pitatelnykh veshchestv na posevakh selskokhozyaystvennykh kultur// Plodorodiye. 2020. № 4 (115). - S. 13–16.

54. Plotnikov A.M., Kabdunova G.S. Balans elementov pitaniya i produktivnost zernoparovogo sevooborota pri primeneniі mineralnykh udobreniy// Problemy agrokhimii i ekologii. – 2018. – № 1. – S. 38–41.

55. Vorobyev V.B. Vliyaniye urovney azotnogo pitaniya ozimoy pshenitsy na balans pitatelnykh veshchestv v dernovo-podzolistoy legkosuglinistoy pochve// Vestnik Belorusskoy GSKhA. – 2020. – № 2. – S. 107–111.

56. Umbetov A.K. Optimizatsiya uslovy mineralnogo pitaniya zernovykh kultur na bogare yugo-vostoka Kazakhstana: avtoref. dis. ... d-ra s.-kh. nauk. – Almaty. – 47 s.

57. Mukashev Zh.M. Udobreniye ozimoy pshenitsy v zernoparopropashnom sevooborote v usloviyakh neobespechennoy osadkami bogary yuga i yugo-vostoka Kazakhstana: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. – Alma-Ata, 1972. – 29 s.

ТҮЙІН

В.Н. Гусев^{1*}, С.Б. Кененбаев^{1*}, Б.М. Аманғалиев¹, А.М. Сағымбаева¹, Қ.У. Рүстемова¹

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫСЫНДАҒЫ ҚҰРҒАҚШЫЛЫҚ АЙМАҚТА
САБАНДЫ ПАЙДАЛАНУ

*¹"Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты"
ЖШС, 040909, Алматы облысы, Қарасай ауданы, Алмалыбақ ауылы, Ерленесов
көшесі, 1, Қазақстан, *e-mail: agfaagro@mail.ru; serikkenenbayev@mail.ru*

Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы тәлімі егіншілік жағдайында сабанды тыңайтқыш ретінде пайдаланудың өзектілігі мен қажеттілігі топырақтың әлеуетті құнарлылығының төмендеуімен, органикалық заттардың азаюымен және минералдық әрі органикалық тыңайтқыштардың жеткіліксіз қолданылуы салдарынан жыртылған қабаттағы қоректік элементтердің теріс балансымен айқындалады. Бұл шолу мақалада сабанның топыраққа және оның құнарлылығына әсер етуінің негізгі механизмдері қарастырылып, оны пайдаланудың артықшылықтары мен ауқымы талданады. Сондай-ақ сабанның тәлімі егіншілік жағдайында топырақтағы қоректік элементтер мен органикалық заттар балансын қалыптастырудағы рөлі көрсетіледі. Сабанды топыраққа қайтару көлемінің өте төмен деңгейінде (жалпы алынған биомассаның небәрі 0,9 %-ы) аймақтағы тәлімі егіншілік жағдайында өсірілетін негізгі дақылдар – күздік бидай, жаздық арпа және сұлы бойынша қоректік элементтердің жыл сайынғы қайтарылмайтын шығыны орта есеппен гектарына 378 кг азотты, 100 кг фосфор ангидридін және 275 кг калий оксидін құрайды. Жыл сайынғы қарашірік минералдануы, топырақта қалатын тамыр-түп массасының гумификациясын ескергеннің өзінде, 471,1 мың тоннаны құрайды, бұл әрбір гектар егістік жерден шамамен 1,8 тонна қарашіріктің жоғалуына сәйкес келеді.

Түйінді сөздер: Қазақстанның оңтүстік-шығысы, тәлімі егіншілік, дәнді дақылдар, сабан, қоректік элементтер балансы, қарашірік шығындары.

SUMMARY

V.N. Gusev^{1*}, S.B. Kenenbayev^{1*}, B.M. Amangaliyev¹, A.M. Sagimbayeva¹,

K.U. Rustemova¹

USE OF STRAW IN RAINFED AGRICULTURE OF SOUTHEAST KAZAKHSTAN

¹"LLP "Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing", 040909, Almaty

Region, Karasai District, Almalibak Village, 1 Yerlepesov St., Kazakhstan

**e-mail: agfaagro@mail.ru; serikkenenbayev@mail.ru*

The relevance and necessity of using straw as fertilizer under rainfed farming conditions in southeastern Kazakhstan are determined by the decline of the potential soil fertility, the reduction of organic matter content, and the negative balance of the main mineral nutrients in the plow

layer due to insufficient application of mineral and organic fertilizers. This review article examines the main mechanisms of straw's influence on soil and its fertility, as well as analyzes the possible benefits and scale of its use. The role of straw in forming the balance of nutrients and organic matter in rainfed farming systems of southeastern Kazakhstan is highlighted. Given the extremely low level of straw returned to the soil (only 0.9% of the total biomass produced), the annual irretrievable losses of nutrients under the cultivation of winter wheat, spring barley, and oats – the main crops of the region's rainfed agriculture – average 378 kg/ha of nitrogen, 100 kg/ha of phosphorus pentoxide, and 275 kg/ha of potassium oxide. Annual humus mineralization, even accounting for the humification of root and stubble residues, reaches 471.1 thousand tons, which is equivalent to a loss of about 1.8 t of humus per hectare of arable land.

Keywords: southeastern Kazakhstan, rainfed agriculture, cereal crops, straw, nutrient balance, humus loss.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Гусев Виталий Николаевич - ведущий научный сотрудник лаборатории почвоведения и агрохимии, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7309-5790>, e-mail: agfaagro@mail.ru

2. Кененбаев Серик Барменбекович - главный научный сотрудник лаборатории почвоведения и агрохимии, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1745-8475>, e-mail: serikkenenbayev@mail.ru

3. Амангалиев Батыргали Мурзабаевич – научный сотрудник лаборатории почвоведения и агрохимии, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2621-6427>, e-mail: batyr110365@mail.ru

4. Сагимбаева Айна Муратовна - научный сотрудник лаборатории почвоведения и агрохимии, магистр сельскохозяйственных наук, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1481-2187>, e-mail: ainasagimbaeva78@mail.ru

5. Рустимова Карлыга Усенгалиевна - младший научный сотрудник лаборатории почвоведения и агрохимии, магистр сельскохозяйственных наук, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5086-2790>, e-mail: karligaw_91@bk.ru