

УДК 66.022
МРНТИ 61.33.35

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ ИЗ СОЛОМЫ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР

КУЖАМЖАРОВА Г.Т., БУЗОВА О.В.

Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова

Аннотация: В данной статье рассмотрена роль отходов с посевных площадей для получения органоминеральных биологических удобрений из соломы злаковых культур в растениеводстве. Внесение соломы увеличивает содержание гумуса, улучшает структуру почвы, снижает ее склонность к эрозии, стимулирует процесс азотфиксации. Она является источником питания для почвенных микроорганизмов, без которых доступность отдельных элементов питания была бы ограниченной. Улучшаются также водные и воздушные режимы и поглощательная способность почвы. Способ производства удобрений из соломы, предложенный в статье, включает обработку исходного сырья путем измельчения его при одновременном тепловом воздействии и давлении, дальнейшего отфильтрования сырья водой и проведения процесса в реакторе азотной кислоты, затем продукт направляется в нейтрализатор кислоты. Благодаря предложенному способу получается комбинированное удобрение, содержащее кроме азота в аммонийной форме, т.е. наиболее ценном виде с точки зрения азотных удобрений, также другой компонент, калий, имеющий важное значение.

Ключевые слова: солома, органоминеральные удобрения, почва, питательные элементы, энергия, химический состав

TECHNOLOGY FOR OBTAINING ORGANOMINERAL FERTILIZER FROM THE STRAW OF CEREALS

Abstract: This article discusses the role of cereal waste from sown areas to obtain organic mineral biological fertilizers from straw of cereal crops in crop production. The introduction of straw increases the content of humus, improves the structure of the soil, reduces its tendency to erosion, and stimulates the process of nitrogen fixation. It is a food source for soil microorganisms, without which the availability of individual nutrients would be limited. Water and air regimes and soil absorption also improve. The method for the production of fertilizers from straw, proposed in the article, includes processing the feedstock by grinding it with simultaneous heat and pressure, further filtering the feedstock with water and carrying out the process in a nitric acid reactor, then the product is sent to an acid neutralizer. Thanks to the proposed method, we obtain a combined fertilizer containing, in addition to nitrogen in the ammonium form, i.e. the most valuable form in terms of nitrogen fertilizers, is also another component, potassium, which is important too.

Key words: straw, organic fertilizers, soil, nutrients, energy, chemical composition

ДӘНДІ ДАҚЫЛДАРДЫҢ САБАНЫНАН ОРГАНОМИНЕРАЛДЫ ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫ АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

***Аңдатпа:** Бұл мақалада өсімдік шаруашылығындағы минералды және биологиялық тыңайтқыш ретінде егіс алқаптарынан дәнді дақылдар қалдықтарының рөлі қарастырылады, тыңайтқыштардың ең тиімді әдістерінің бірі сабан болып табылады. Тыңайтқышқа сабанды қосу қара шірікті молайтады, тыңайтқыштың құрамын жақсартады, эрозияға деген қабілеттілігін төмендетеді, азотфиксация процесін белсендіреді. Ол топырақ микроорганизмдерінің қоректендіру көзі болып есептеледі. Олай болмаған жағдайда, кейбір элементтердің қорек көзі шектеулі болуы мүмкін. Су және ауа режимі топырақтың сіңіру қабілетін жақсартады. Мақалада ұсынылған сабаннан тыңайтқыш өндіру тәсілі бастапқы шикізатты бір мезгілде жылу әсері мен қысымы кезінде ұсақтау, шикізатты сумен одан әрі сүзу және азот қышқылының реакторында процесі жүргізу жолымен өңдеуді қамтиды, содан кейін өнім қышқылды бейтараптандырғышқа түседі. Ұсынылған тәсілдің арқасында құрамында аммоний түріндегі азоттан басқа, яғни азот тыңайтқыштары тұрғысынан ең құнды түрде, сондай-ақ тыңайтқыш тұрғысынан маңызды мәні бар басқа компонент, калий бар құрамдастырылған тыңайтқыш аламыз.*

***Түйінді сөздер:** сабан, органикалық тыңайтқыштар, топырақ, қоректік заттар, энергия, химиялық құрам*

В сельском хозяйстве одной из важнейших проблем является истощение почвы, которое влечет за собой снижение урожайности. Для того, чтобы восполнить в почве и в растениях содержание питательных веществ, необходимо применение органоминеральных удобрений – самой эффективной на сегодняшний день подкормки сельскохозяйственных культур. В процессе выращивания сельскохозяйственных, садовых и огородных культур органоминеральные удобрения помогают не допустить деградации почв, повысить урожайность и качественную ценность готовой продукции [1].

Интенсивное земледелие, которое предполагает постоянное и расширенное использование химических удобрений, значительно увеличило урожайность. Однако это оказало негативное влияние на качество почвы, такое как окислительное воздействие на почву. Эти изменения качества почвы изменяют рост растений, продуктивность, динамику питательных веществ и урожайность. Поддержание адекватного поступления удобрений (NPK), а также баланса удобрений между различными питательными веществами на сель-

скохозяйственных угодьях является критическим фактором, определяющим устойчивость в долгосрочной перспективе. Непрерывное возделывание с низким или высоким внесением удобрений может повлиять на качество почвы, изменяя ее химические и физические свойства. Долгосрочное применение только N, P или K может не дать ожидаемого урожая и может снизить эффективность использования удобрений. Чрезмерное использование удобрений может привести к повышению концентрации соли и нитратов, что также приведет к снижению качества почвы. Чтобы лучше понять динамику питательных веществ в почве и справиться с ее деградацией, было предпринято несколько стратегий по всему миру. Примечательно, что долгосрочные полевые эксперименты считаются эффективным способом изучения изменений качества почвы в результате внесения удобрений с течением времени и оценки эффективности стратегий по улучшению ее плодородия. Исследования показали, что разумное использование неорганических удобрений наряду с навозом или соломой может увеличить органическое вещество в составе поч-

вы и микробную биомассу. По сравнению с химическим (NPK) удобрением, органическое удобрение и возврат соломы с добавками NPK являются многообещающими стратегиями для улучшения качества почвы и производственных мощностей, которые в долгосрочной перспективе увеличат урожайность.

В Китае настоятельно рекомендуется возвращать урожай соломы на поля после уборки урожая, чтобы снизить загрязнение воздуха в результате сжигания соломы [2]. Многолетние полевые эксперименты доказали, что сочетание возврата соломы и химических удобрений может помочь в достижении урожая зерна, аналогичного одному химическому удобрению. Однако лежащий в основе механизм остается неясным относительно того, как возврат соломы заменяет химическое удобрение, особенно с точки зрения динамики надземных питательных веществ. Основываясь на влиянии возврата соломы на устойчивое управление качеством почвы, предполагается, что органический N, содержащийся в соломе, может заменить равное количество неорганического N, чтобы соответствовать потребностям в питательных веществах и поддерживать рост и продуктивность сельскохозяйственных культур, в сравнении между сценариями соломы + снижение NPK удобрений и удобрений NPK.

Солома является энергетическим материалом для культурного земледелия и должна быть использована с пользой для почвы – это позволяет замкнуть малый биологический круговорот веществ, который был расторгнут вследствие систематического отчуждения значительной части биологической продукции растений. Внесение соломы увеличивает содержание гумуса, улучшает структуру почвы, уменьшает склонность к эрозии, стимулирует процесс азотфиксации, является источником питания для микроорганизмов в почве. Улучшаются также водный и воздушный режимы и впитывающая способность почвы.

Зерновая солома, как и любые растительные остатки, с одной стороны является цен-

ным удобрением, а с другой – источником инфекции для заболеваний на новых посевах. Севообороты с большой долей зерновых культур, а также почти полное отсутствие органических удобрений заставляет фермеров искать источники замены органического вещества.

Солома является хорошим субстратом для создания органики, и, кроме того, она обеспечивает много ценных питательных веществ для следующих растений. При дозе соломы 5 т/га в почву подается азота около 20-35 кг, 10-15 кг P₂O₅, 60-110 кг K₂O и другие макро- и микроэлементы. Однако послеуборочные остатки могут в себе содержать также и патогены. То есть пораженная патогенами солома зарабатывается в грунт и тут же высевается следующая культура. В то же время, большое накопление соломы в почве ухудшает снабжение озимых растений азотом за счет сбора почвенными микроорганизмами. Поэтому на практике применяют азот. Для каждой тонны соломы используют 5-10 кг азота. Все чаще мы слышим об обработке соломы известью или специальными препаратами (ассортимент этих продуктов постоянно расширяется). Эти методы предназначены для ускорения минерализации соломы. Это также влияет на снижение грибковых заболеваний. Главное – послеуборочные остатки равномерно внести в грунт. Биомасса соломы, неправильно рассыпанная и неравномерно распределенная в поле, разлагается намного дольше. Скорость разложения соломы в значительной степени зависит также от условий влажности.

Оптимальное распределение соломы происходит при влажности почвы 60-70% и при температуре, по меньшей мере, 15°C; pH 6,0-7,0 является лучшим для разложения соломы. В кислой почве процесс разложения замедляется. Тогда стоит добавлять к соломе: азотное удобрение, известь или специальный препарат. Кроме упомянутых выше факторов, также важна глубина вспашки. В средних положениях она должна быть 8-12 см. Однако следует избегать слишком глубокой вспашки, особенно в лаконичных позициях.

Недостаток кислорода в глубоких слоях почвы замедляет процесс разложения соломы и способствует ее распаду [3].

При внесении соломы из элементов питания почва больше всего нуждается в азоте. Последнее наблюдается чаще всего на первой удобряемой соломой культуре, причем не только на бедных, но и на плодородных почвах. Использование азотных добавок к соломе в той или иной степени способны устранить данное явление. Дозы азота при этом рассчитываются с учетом содержания его в соломе определенной культуры по формуле М.Н. Новикова. Для зерновых культур они составляют в среднем 8 ± 2 кг/т соломы.

Солома в основном представляет собой трубчатые стебли, которые сформированы из лигнина. Лигнин – вещество, характеризующее одревесневшие стенки растительных клеток [4,5]. Одревесневшие клеточные оболочки обладают ультраструктурой, которую можно сравнить со структурой железобетона: микрофибриллы целлюлозы по своим свойствам соответствуют арматуре, а лигнин, обладающий высокой прочностью на сжатие – бетону. В анализе древесины лигнин рассматривают как её негидролизуемую часть.

Лигнин не является самостоятельным веществом, а представляет собой смесь ароматических полимеров родственного строения.

Растительная ткань состоит главным образом из целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина. В древесине хвойных пород содержится 23-38% лигнина, в лиственных породах – 14-25%, в соломе злаков 12-20% от массы. Лигнин расположен в клеточных стенках и межклеточном пространстве растений и скрепляет целлюлозные волокна.

Вместе с гемицеллюлозами он определяет механическую прочность стволов и стеблей. Лигнин обеспечивает герметичность клеточных стенок (для воды и питательных веществ) и благодаря содержащимся в нем красителям определяет цвет одревесневшей ткани.

Целлюлоза – углевод, полимер с формулой $(C_6H_{10}O_5)_n$, белое твердое вещество,

нерастворимое в воде, молекула имеет линейное строение, главная составная часть клеточных оболочек всех высших растений. В чистом виде целлюлоза представлена в виде хлопковой ваты или пуха семян тополя [6].

Гемицеллюлозы (ГМЦ) – растительные гомо- и гетерополисахариды с меньшей, чем у целлюлозы, молекулярной массой (10000 – 40000), состоящие из остатков разных пентоз и гексоз [7].

Основные компоненты гемицеллюлоз – глюкозаны, ксиланы, фруктозаны и т.д. Больше всего в растениях содержится ксиланов. Много ГМЦ в семенах, косточках, соломе, подсолнечной лузге, шелухе семян хлопчатника, кукурузной кочерыжке. В среднем гемицеллюлозами представлено около 25% (по массе) органического вещества однолетних растений.

Полисахариды ГМЦ – обязательная составная часть клеточных стенок растений, выполняют в основном конструктивные функции, инкрустируя целлюлозу. В ряде случаев наряду с крахмалом полисахариды ГМЦ являются запасными питательными веществами. Также они входят в состав клеточных стенок различных микроорганизмов. В отличие от целлюлозы ГМЦ относятся к легкогидролизуемым полисахаридам. Их извлекают из измельченных тканей сырья водными растворами щелочей.

Состав соломы как одного из видов биомассы, и в частности, лигнина и его составных частей приведен для того, чтобы показать, что древесная масса и солома в частности может рассматриваться как сырье для производства бумаги. Целлюлозно-бумажное производство основано на том, что из древесной биомассы путем дробления древесины в щепу и варки в различных химических реагентах удаляют растворимую гемицеллюлозу и получают практически чистую целлюлозу, из которой производится бумага [8,9].

Но главным вопросом, на который следует обратить внимание, является то, что солома при внесении в почву, разлагается в природных условиях длительное время, несколько лет. В то же время целлюлоза, полу-

ченная из лигнина древесной массы, попадая в почву, может разлагаться достаточно быстро, что можно видеть на примере бумаги. Бумага (книги, газеты, обертка и т.п.) во влажной среде в почве сгнивают относительно быстро, в течение одного весенне-летнего сезона. Этот фактор рассматривается как один из основных с точки зрения разработки технологии производства удобрения из соломы.

При разложении соломы в почве почвенные микроорганизмы потребляют азотсодержащие компоненты, еще более снижая активность соломы как удобрения за счет низкого содержания азота. В то же время азотные удобрения являются, во-первых, наиболее важным видом удобрений, способствующим образованию белковых веществ, во-вторых, требующих специальной технологии их производства.

При обработке соломы для ее делигнификации разработана технология, которая в качестве конечного продукта имеет легко усвояемое в природной среде органическое вещество – целлюлозу со всеми входящими в ее состав компонентами, а также азотнокислый калий. Это вещество представляет собой комбинированное удобрение, причем сочетающее в себе, ценные с точки зрения использования в качестве удобрения элементы, как азот в аммонийной форме, а также калий, трудно сочетаемые в других видах удобрений.

Для реализации технологии применимы процессы, обоснованные в различных отраслях, а также серийное оборудование и технология его использования, причем, не требующих экстремальных условий по температуре и давлению.

Способ производства удобрений из соломы включает обработку исходного сырья путем измельчения его при одновременном тепловом воздействии и давлении. Полученное сырье отфильтровывается водой и поступает в реактор азотной кислоты, дальше направляется в нейтрализатор кислоты. В качестве нейтрализатора используется КОН. Благодаря этому получаем комбинированное удобрение,

содержащее азот в аммонийной форме и калий.

Для реализации рассмотренной технологии требуются некоторые вспомогательные элементы, в частности, для получения азотной кислоты, этилового спирта, а также источники тепловой и электрической энергии. Для получения азотной кислоты можно использовать доступный метод взаимодействием калийной или натриевой селитры с концентрированной серной кислотой при нагревании или без нагревания. Гидроксид калия можно получить электролизом водного раствора хлорида калия. В ходе электролиза на катоде разряжаются ионы водорода и одновременно вблизи катода накапливаются ионы калия и гидроксид-ионы, т.е. получается гидроксид калия; на аноде выделяется хлор.

Техническая задача состоит в получении удобрения из соломы, содержащего все макроэлементы растительной массы, присутствующие в соломе, но в форме легко усвояемой в природной среде целлюлозы, обогащенной азотно-калиевыми компонентами.

В заключении можно сказать следующее: солому злаковых культур можно рассматривать как альтернативу традиционным органическим удобрениям. В результате утилизируется огромная масса органического вещества, которая минерализируется в почве, элементы продуктов полураспада полностью поглощаются почвенным комплексом; солома повторно включается в круговорот минерального и органического питания растений для формирования новой биомассы растений и выращивания нового урожая; солома, разлагаясь в почве в течение длительного времени, не загрязняет её высокими концентрациями нитратного азота, органическим фосфором и калием; внесение соломы в почву способствует развитию почвенной фауны, что заключается в повышении активности бактерий, дождевых червей и других живых организмов, которые способствуют улучшению агрохимических и физических свойств почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аханов Ж.У. Почвенные ресурсы Казахстана, проблемы их рационального использования в сельском хозяйстве // Производство и применение минеральных удобрений в Казахстане. – Тараз, 2004.
2. Елешев Р.Е. Современные проблемы научного обеспечения регулирования плодородия почв//Современное состояние и перспективы развития мелиоративного почвоведения. – Алматы, 2009.
3. Солома как доступное органическое удобрение // https://mpr.khabkrai.ru/uploads/files/broshura_part_02.pdf.
4. Лигнин // <https://ru.wikipedia.org/wiki>.
5. Лигнин. Происхождение, получение, свойства и применения лигнина // http://c-a-m.narod.ru/material/lignin_definition.html.
6. Целлюлоза // <https://ru.wikipedia.org/wiki> .
7. Гемицеллюлоза // <https://ru.wikipedia.org/wiki> .
8. Технология изготовления бумаги // [www.woodtechnology.ru/tehnologiya /tehnologiya-izgotovleniya-bumagi.htm](http://www.woodtechnology.ru/tehnologiya/tehnologiya-izgotovleniya-bumagi.htm).
9. Целлюлозно-бумажное производство // <https://ru.wikipedia.org/wiki/> .
10. Применение соломы злаковых культур для производства комбинированного удобрения / Бузова О.В., Некрасов В.Г. //Вестник АРГУ, 2017г. – №3.