



СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение	5
2. Последствия от сжигания послеуборочных остатков на полях для климата	9
3. Сажа как канцероген	11
4. Лесные пожары и повреждение защитных насаждений	13
5. Что грозит за выжигание послеуборочных остатков и сухой растительности?	15
6. Сжигание соломы – сжигание денег	17
7. Альтернативные способы утилизации соломы	23
7.1. Солома как топливо	23
7.2. Солома как укрывной и подстилочный материал	28
7.3 Солома как кормовая добавка	29
7.4. Использование соломы при производстве компостов	29
8. Солома как доступное органическое удобрение	33
9. Добавки, повышающие эффективность соломы как удобрения ..	37
10. Обращение с соломой при традиционной системе обработки почвы	43
11. Обращение с соломой при минимальной обработке почвы	47
12. Обращение с соломой при «нулевой» обработке почвы	51
Приложение	53
1. Основы «соломенного» менеджмента	53
2. Последовательность действий:	53
3. Расчет количества соломы	55
4. Расчет баланса гумуса при заделке пожнивных остатков	63
Список литературы:	64



Сжигание камыша

1. ВВЕДЕНИЕ

Растениеводство – ведущая отрасль сельского хозяйства в России. Около двух третей всех посевных площадей страны занимают зерновые, масличные и технические культуры, производство которых связано с образованием значительного количества отходов в виде стерни, соломы, сухих остатков кукурузы, стеблей и корзинок подсолнечника, стеблей масличных и технических культур, ботвы картофеля, свеклы и др.

Утилизация послеуборочных остатков на полях представляет для российских сельхозпроизводителей давнюю проблему, поскольку она связана с дополнительными финансовыми расходами, затратами времени или вообще с необходимостью менять привычные технологии. Парадоксально, но и сегодня, в XXI веке, проблема соломы и стерни в России повсеместно и массово решается старинным «дедовским» способом – с помощью сличек и огня. Таким же способом многие сельхозпроизводители предпочитают избавляться и от сухостойной сорняковой растительности, камыша и пр.

Рукотворные пожары на сельскохозяйственных угодьях ежегодно охватывают огромные площади, нередко перекидываясь на леса и защитные лесонасаждения, поймы рек, берега водоемов, на территории населенных пунктов. Так, жарким и засушливым летом 2010 года, когда вся европейская часть страны задыхалась от лесных пожаров и смога, именно сельскохозяйственные палы серьезно усугубили масштабы бедствия.

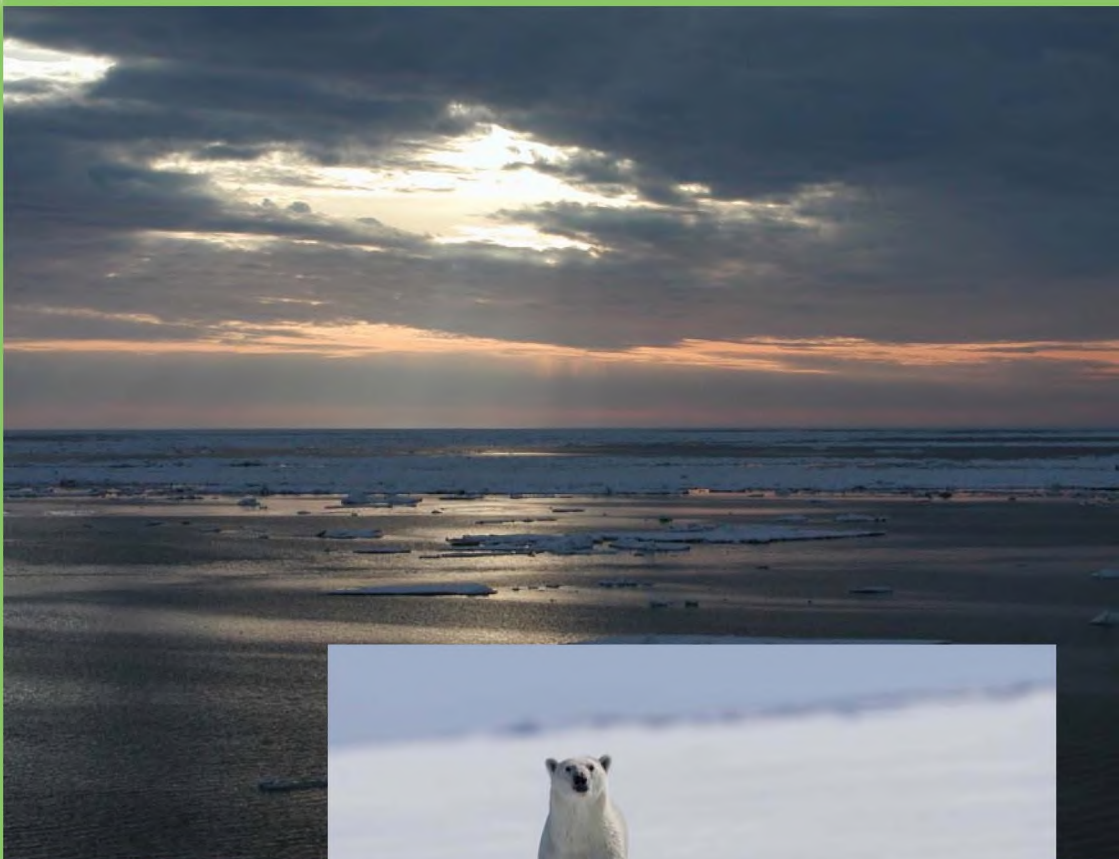
В последние годы в нашей стране происходит ужесточение противопожарного законодательства. Собственные законы, направленные на борьбу со сжиганием сухостойной растительности и послеуборочных остатков на полях, принимаются в регионах.

Но, к сожалению, как это часто бывает в нашей стране, карательные меры не сопровождаются продвижением каких-либо альтернатив. Но все же, в области утилизации соломы они есть. Растительные остатки в растениеводстве – важнейший ресурс различных органических веществ и питательных элементов. При правильном и рациональном обращении с ними, они способны обеспечить ощутимый экономический эффект за счет повышения плодородия, улучшения структуры и влагоемкости почвы.

Российские сельхозпроизводители пока еще довольно сильно подвержены различным стереотипам, среди которых представления о «ненужности», «бесполезности» и даже «вредности» растительных остатков, требующих дополнительных материальных и трудовых затрат.

В пособии рассказывается, к каким последствиям (в том числе юридическим) может привести выжигание послеуборочных остатков, а также представлен обзор технологий и практик их утилизации. Мы ориентировались исключительно на способы, проверенные на практике, но призываем не относиться к нашим рекомендациям, как к догме: вывести универсальные алгоритмы сразу для всех сельхозпроизводителей России с ее изобилием агроклиматических зон, попросту невозможно.

Но мы надеемся, что представленные сведения подтолкнут самих аграриев к поиску наиболее оптимальных для их условий экологически безопасных способов утилизации растительных остатков на полях.



Арктика теплеет в два раза быстрее, чем вся остальная планета



Две фотографии одного и того же места сделанные на о. Шпицберген
а) 26 апреля 2006 г. и б) 2 мая 2006г. Фото Анна-Кристин Энгвол.

2. ПОСЛЕДСТВИЯ ОТ СЖИГАНИЯ ПОСЛЕУБОРОЧНЫХ ОСТАТКОВ НА ПОЛЯХ ДЛЯ КЛИМАТА

При сжигании растительных остатков образуются выбросы сажи.

Сажа – это смесь черного или элементарного углерода и органического углерода, образующегося при неполном сгорании биомассы (древесины, соломы, сухой травы и т.п.) или углеводородного топлива.

Попадая в атмосферу, эти выбросы могут разноситься на сотни, а при определенных метеорологических условиях, даже на тысячи километров. Например, метеорологические модели воздушных потоков свидетельствуют о том, что сажа, образующаяся, в частности, в средней полосе и на юге России, достигает даже Арктических широт.

В арктических широтах черный углерод, осаждаясь на снег и лед, дает эффект снижения отражающей способности солнечного света от снега и льда, что способствует их более интенсивному таянию. За последние десятилетия скорость сокращения площади льдов в Арктике увеличилась в два раза. Климат Арктики теплеет в два раза быстрее, чем вся остальная планета.



Схема отражения лучей солнца от поверхностей льда: а) без сажи; б) покрытые сажей

В России наибольшее количество выбросов сажи поступает в Арктику от лесных пожаров, в то же время сельскохозяйственные сжигания добавляют эти выбросы особенно в весенний период, когда интенсивно тает снег и лед.

Результаты спутниковых наблюдений, анализ моделей переноса и баз данных по выбросам от пожаров показывают, что высокие концентрации черного углерода образуются на Евразийском континенте, а также на севере «зернового пояса» Северной Америки. Но влияние выбросов на потепление Арктики на Евразийском континенте значительно больше из-за географической близости.

3. САЖА КАК КАНЦЕРОГЕН

Сажа – аэрозольный загрязнитель атмосферного воздуха и мощный канцероген, вызывающий необратимые изменения в системе дыхательных органов человека и провоцирующий ишемическую болезнь сердца, патологии беременности и другие негативные последствия для здоровья. Дело в том, что твердые частицы, менее пяти микрометров в диаметре (каковыми и являются частицы сажи), не отфильтровываются в верхних дыхательных путях и потому проникают глубоко в легкие и далее – в кровеносную систему.

Показательна статистика заболеваемости и смертности во время задымления Москвы летом 2010 года в результате беспрецедентных лесных пожаров. Так, за две недели задымления и высоких температур смертность в столице увеличилась в пять раз по сравнению с этим же периодом в другие годы. Кроме того, по официальным данным Минздрава за лето 2010 года случилось 55 тысяч дополнительных смертей.



В среднем, в результате сгорания 1 тонны соломы, вне зависимости от ее типа, образуются, как минимум, 100 килограммов газообразных и летучих веществ – это сажа, углекислый и угарный газ, окислы азота и серы, бензпирен и др. Больше всего загрязняющих веществ, как выяснилось, образуется при неполном сгорании растительных остатков, когда они влажные.

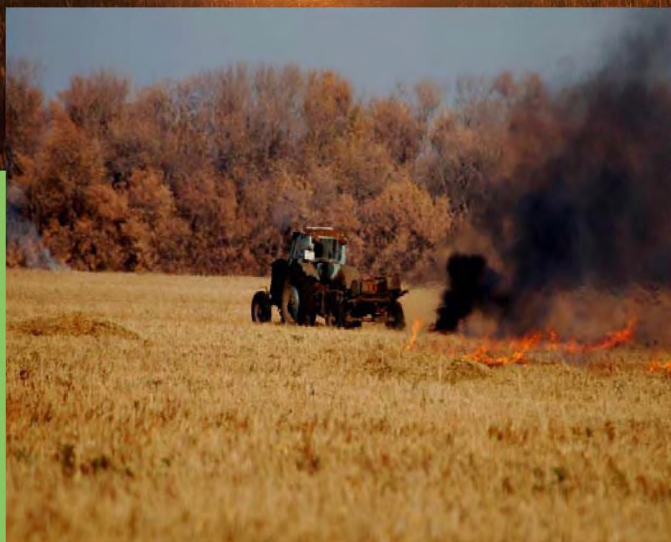


Около 30% причин возникновения лесных пожаров в среднем по России –
сельхозпалы

4. ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ И ПОВРЕЖДЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Не меньше, чем в Арктике, масштабные сельскохозяйственные палы наносят ущерб той территории, где их производят. Согласно экспертным оценкам, около 30% **процентов от общего количества пожаров в лесах и в защитных лесных насаждениях в России происходят по причине сельскохозяйственных палов и палов сухой травы.** Массовые палы обычно играют значительную (или даже ключевую) роль в возникновении и быстром распространении катастрофических лесных пожаров, как это было, например, в Европейской части страны и на Урале в 2010 году, на Дальнем Востоке в 2011 году, в Центральной Сибири и на Дальнем Востоке в 2012 году. Если массовые травяные палы совпадают по времени с лесными пожарами (что нередко случается в регионах с засушливым климатом или в особо засушливые годы), **пожарным приходится одновременно тратить силы на борьбу с теми и другими, что резко снижает эффективность их работы в целом.**

Даже если травяные палы, выжигание соломы и стерни и не являются причинами возникновения лесных пожаров, то в большинстве случаев они все же повреждают края защитных лесных насаждений, обжигают нижние части стволов деревьев, что впоследствии приводит к их усыханию, повреждению вредителями и болезнями.



Сжигание стерни под покровом ночи и днем

5. ЧТО ГРОЗИТ ЗА ВЫЖИГАНИЕ ПОСЛЕУБОРОЧНЫХ ОСТАТКОВ И СУХОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ?

Несанкционированное выжигание послеуборочных остатков на полях – противоправное деяние, связанное с причинением ущерба окружающей среде, которое, в зависимости от масштабов и последствий содеянного, может повлечь административную, уголовную и гражданско-правовую ответственность.

Нормы, содержащие прямой запрет на сжигание сельскохозяйственных отходов, установлены **Правилами противопожарного режима в Российской Федерации, утвержденных Постановлением Правительства РФ от 25.04.2012 № 390 «О противопожарном режиме»**. Пункт 218 гласит: *«Запрещается сжигание стерни, пожнивных остатков и разведение костров на полях»*.

Административная ответственность за сжигание пожнивных остатков предусмотрена в Кодексе об административных правонарушениях. Согласно **ст.20.4 КоАП РФ**, нарушение требований пожарной безопасности влечет предупреждение или наложение административного штрафа на граждан в размере от 1 тысячи до 1,5 тыс. рублей; на должностных лиц – от 6 тыс. до 15 тыс. рублей; на юридических лиц – **от 150 тыс. до 200 тыс. рублей**. При этом те же действия, совершенные в условиях особого противопожарного режима, влекут наложение административного штрафа на граждан в размере от 2 до 4 тысяч рублей; на должностных лиц – от 15 до 30 тыс. рублей; на юридических лиц – от 400 до 500 тыс. рублей.

Уничтожение или повреждение лесного массива (в том числе, защитных лесных полос) при выжигании стерни и соломы на поле может повлечь уголовную ответственность ст. 261 УК РФ («Уничтожение или повреждение лесных насаждений»). В этом случае лицо, виновное в неосторожном обращении с огнем, может быть наказано штрафом в размере от 100 тысяч до 250 тысяч рублей, либо обязательными работами на срок до 480 часов, либо исправительными работами на срок до двух лет или принудительными работами на срок до трех лет, либо лишением свободы на

тот же срок. Крайняя мера наказания, предусмотренная данной статьей, лишение свободы на срок до 3 лет.

В том случае, если пожар причинил крупный ущерб, ответственность ужесточается и находится уже в диапазоне от штрафа в 150 тыс. рублей до лишения свободы на срок до 4 лет.

В регионах есть также собственные законы и подзаконные акты, регламентирующие вопросы утилизации послеуборочных остатков.

6. СЖИГАНИЕ СОЛОМЫ – СЖИГАНИЕ ДЕНЕГ

Сжигание стерни, соломы и других растительных остатков – не только серьезное правонарушение, но и... сжигание денег. На ветер – в буквальном смысле этого слова – выпускаются полезные вещества, необходимые для питания и развития растений. Систематическое воздействие высоких температур на верхний слой почвы уничтожает запасы гумуса и почвенную биоту, изменяет физико-химические свойства и механическую структуру почвы.



На одном квадратном метре почвы солома сгорает за 30-40 секунд, но даже этого кратковременного воздействия хватает на то, чтобы поверхность почвы разогрелась до 360 градусов. При таких температурах в слое

0-5 см выгорает гумус, а в слое до 10 см испаряется вода. **Потеря гумуса в верхнем слое почвы при сжигании пожнивных остатков составляет 1,3 т/га.**

При сжигании стерни и соломы с каждого гектара практически безвозвратно теряется до 4 тонн органического вещества и до 30 килограммов азота. В перерасчете на центнеры сжигаемой соломы цифры следующие: при сжигании 40-50 центнеров стерни и соломы с 1 гектара теряется 1500-1700 кг углерода и до 20-25 кг азота, которые могли бы вернуться в повторный оборот.

Табл.1. Химический состав соломы (данные ФГУ ЦАС «Ростовский»)

Солома	Су- хое в-во	Орг. в-во, %	Содержание в воздушно-сухой массе, %							Соотн. C:N (N=1)
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	зола	
озимой пшеницы	86	81	0,5	0,2	0,9	0,3	0,1	0,04	4,9	80
озимой ржи	86	82	0,5	0,3	1,0	0,3	0,1	0,16	3,9	85
ячменная	86	81	0,5	0,2	1,0	0,3	0,1	0,15	4,5	80
овсяная	86	79	0,6	0,3	1,6	0,4	0,12	0,17	6,5	60
яровой пшеницы	86	82	0,6	0,2	0,7	0,3	0,1	0,05	3,5	65
кукурузная	86	81	0,7	0,3	1,6	0,5	0,3	0,15	4,4	50
рапсовая	86	80	0,7	0,2	1,0	2,0	0,2	0,3	4,8	55
гречихи	86	80	0,8	0,6	2,4	1,0	0,2	0,13	5,2	50
гороха	86	81	1,4	0,3	0,5	1,8	0,3	0,32	3,9	30
люпина	86	81	1,0	0,2	1,7	1,0	0,3	0,4	4,1	40
сои	86	82	1,2	0,3	0,5	1,5	0,5	0,33	3,2	30
вики	86	81	1,4	0,3	0,6	0,6	0,4	0,5	4,4	30

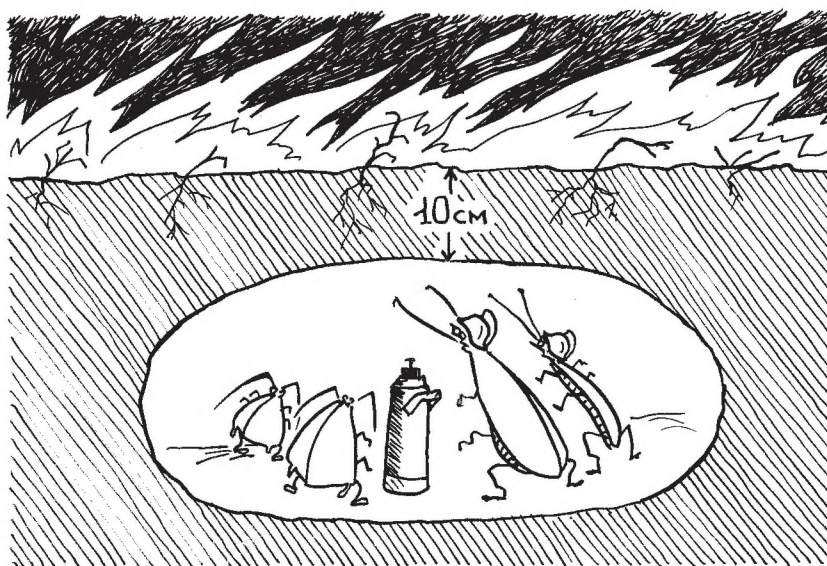
Экономическая выгода

Потери питательных веществ при сжигании соломы можно выразить в реальных деньгах. В США подсчитали, что в тонне пшеничной соломы содержится питательных веществ на сумму 7 до 22 долларов. В нашей стране средняя стоимость 1 кг комплексного

минерального удобрения составляет около 24 руб. Следовательно, **внося в почву с каждой тонной соломы 18 кг азота, фосфора, калия и микроэлементов, можно сэкономить 432 руб., 36-45 кг с 2-2,5 т/га – 864-1080 руб/га.**

С учетом затрат на заделку соломы, внесение, к примеру, 45 кг азота, фосфора и калия (если усредненную массу соломы принять за 2,5 т/га) **обойдется в 13 раз дешевле, чем применение такого же количества питательных элементов с минеральными удобрениями.** Экономия затрат составит около **877 руб.** на каждом гектаре. Затраты на внесение эквивалентного количества NPK с подстилочным навозом выше в 7,5-10,1 раза (в зависимости от радиуса перевозки) по сравнению с соломой.

Вместе с питательными веществами огонь уничтожает и ценные почвенные биоценозы. Установлено, что **гибнут такие полезные виды, как мягкотелки, муки-сирфиды, наездники, афидиусы, муравьи, пауки, божьи коровки, стафилиниды, почвообитающие деструкторы органических остатков: клещи, ногохвостки, коллемболы и др.,** общая численность которых колеблется от 20 до 30 экз./м².



Естественная почвенная биота, как известно, приносит огромную пользу. Например, одна божья коровка в процессе своего развития уничтожает от 400 до 2000 особей тлей, а личинка златоглазки истребляет за сутки до 1000 паутинных клещей.

Сжигание пожнивных остатков не может рассматриваться как средство борьбы с вредителями зерновых культур. **Большая часть видов вредителей зерновых культур, обладающих способностью укрываться в почве, не уничтожается огнем.** Так, численность злаковых тлей на полях, где производилось выжигание соломы, даже увеличивается. А гибель популяций хлебной жужелицы составляет только 10-15%. Во второй декаде августа хлебная жужелица **уже снова откладывает яйца в почву** на глубину 5-15 сантиметров – средняя численность ее личинок составляет 5-6 экз./м².

Популяции пшеничного трипса, который в последние годы распространился на посевах озимых зерновых культур, от огня практически не страдают, поскольку ко времени уборки основная часть личинок этого вредителя заканчивает питаться и опускается для зимовки в прикорневую часть стерни на глубину до 10 см. При кратковременном прохождении огня гибнет лишь крайне незначительная часть личинок. Таким образом, **никакого полезного фитосанитарного эффекта выжигание стерни и соломы, вопреки расхожему мнению, не дает, зато уничтожает полезную биоту.**

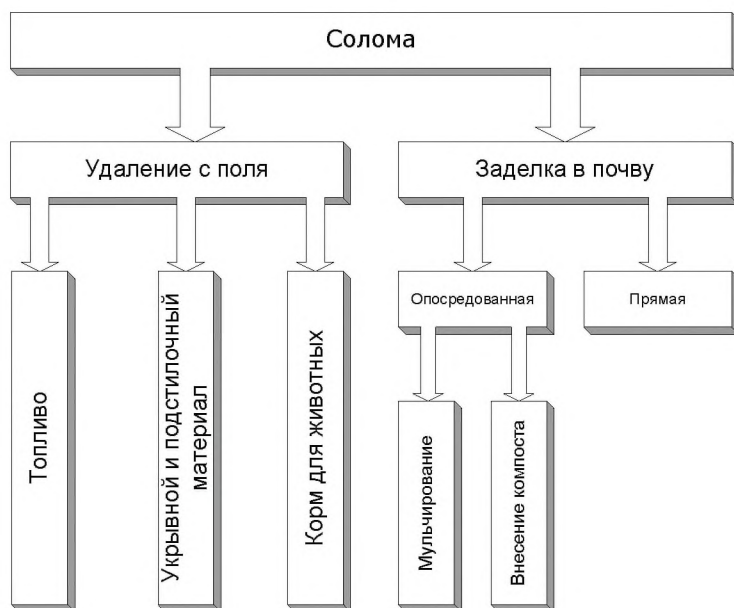


Подготовка соломы для сжигания в «тюковых» котлах»



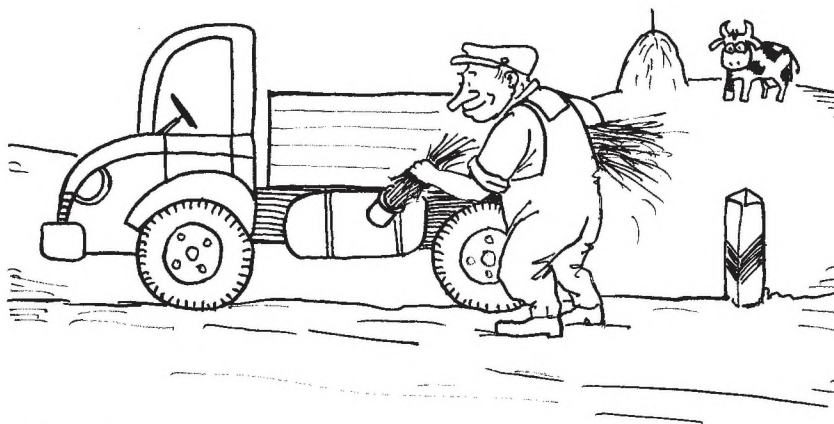
Солома как укрывной материал при выращивании моркови, Южная Швеция

7. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ СПОСОБЫ УТИЛИЗАЦИИ СОЛОМЫ



7.1. Солома как топливо

Прессованную солому можно использовать как печное топливо. При сгорании 1 килограмма сухой соломы в отопительном котле выделяется в виде тепла около 18 мегаджоулей (МДж), что примерно соответствует количеству энергии, выделяемой при сгорании 0,4 литра дизельного топлива. **Рулон соломы диаметром 1,8 м и весом 330 кг заменяет, как минимум, 140 литров дизельного топлива или 140 кубометров природного газа.**



В нашей стране котельные на соломе пока еще являются экзотикой, но в основных зернопроизводящих странах Запада эта технология давно и широко применяется, и не только в сельском хозяйстве. Например, значительная часть жилого сектора Копенгагена, столицы Дании, отапливается как раз соломой.

Что же касается использования соломы как автономного источника энергии на селе, то интересные расчеты приводят исследователи штата Миннесота (США): потребность в тепловой энергии на здешней средней зерновой ферме (климат Миннесоты примерно соответствует климату Ростовской области или Ставропольского края) составляет около 4,5 млн МДж в год, тогда как в послеуборочных остатках содержится около 40 млн МДж – т.е. в 30-40 (!) раз больше годовой потребности фермы.

Для сжигания в отопительных котлах больше всего подходит пшеничная солома, так как она отличается наиболее равномерным и полным сгоранием, но от неё почти не отстают рожь, тритикале, ячмень и овёс. Выделение энергии определяется только массой сухого вещества.

При всем многообразии конструкционных особенностей соломенных котлов, можно выделить два основных типа – котлы с загрузкой тюкованной сломы и котлы, работающие на измельченной соломе (сечке).

В котлы первого типа по мере надобности загружаются квадратные тюки 120х80 см или рулоны диаметром до 180 см. «Тюковые» котлы с автоматической загрузкой сырья отличаются тем, что в состав установки входит еще и устройство непрерывной автоматической подачи соломы в котел (конвейер). Тюк (рулон) полностью сгорает за 4–5 часов, равномерно обгорая по краям.

По мере того как образующаяся зола начинает препятствовать доступу воздуха в зону горения, автоматически включается принудительная подача в топку разогретого воздуха. При этом автоматика регулирует расход принудительно подаваемого воздуха в зависимости от содержания кислорода в дымовых газах, а также управляет струей воздуха с учетом того, в какой степени выгорел тюк и куда переместился фронт горения в топке.

Основная часть тепла выделяется тогда, когда тюк полностью обугливается и превращается в тлеющую массу. Выделяемое тепло аккумулируется в водяном баке-накопителе и передается через теплообменник из циркуляционного контура в тепловую сеть и далее подводится к соответствующей инфраструктуре – производственной или жилой.

В теплую погоду достаточно загрузить котел один раз в день, в холодную — дважды-трижды.

Котлы, работающие на сечке, отличаются тем, что перед подачей в рабочую зону, солома измельчается специальными резаками, причем весь процесс полностью автоматизирован (точно так же может быть автоматизирована, подача в топку цельных тюков – компьютер, контролирующий горение, сам определяет, когда необходима повторная загрузка). Отсутствие ручного управления – одно из главных преимуществ современных высокотехнологичных соломенных теплоагрегатов, позволяющих использовать их с наименьшими трудозатратами, точно так же, как традиционные газовые и мазутные котлы.

Впрочем, на рынке имеются и соломенные котлы с «ручным» управлением, при котором приходится вручную производить периодическую загрузку топлива – через обычный фронтальный погрузчик непосредственно в топку.

Как ни странно, и у таких котлов есть свои преимущества: они стоят в 2-3 раза дешевле автоматических, а, главное, они более надежны в тех случаях, когда приходится «кормить» топку загрязненной или излишне влажной соломой (автоматика в таких случаях может, образно выражаясь, «подавиться»).

КПД большинства представленных на рынке соломенных теплоагрегатов колеблется в пределах 78-86 процентов. Это ниже, чем КПД жидкотопливных и газовых котлов, но сопоставимо с КПД котлов, работающих на дровах и других видах твердого топлива.

Расчеты, полученные на Украине, где уже реализовано несколько крупных пилотных проектов в области соломенной теплогенерации (Винницкая, Одесская, Запорожская области и др.), показывают, что себестоимость производства 1 гигакалории тепла, произведенной в котельной на соломе, почти в два раза ниже, чем себестоимость той же гигакалории, полученной от сжигания природного газа (тем более, с учетом его постоянного подорожания).

Побочной выгодой использования соломенных котлов является про-

изводство экологически чистой золы – ценнейшего источника калия и целого набора микроэлементов. Золы образуется довольно много – приблизительно 5 % от объема сожженной соломы – почти в 10 раз больше, чем у древесины. Просеянную золу можно вносить на поля, добавлять в навозные кучи.

На нашем рынке сегодня представлен достаточно большой выбор соломенных котлов разной мощностью (0,1-1 МВт): британских, датских, немецких, польских, эстонских, российских и даже молдавских компаний. Как советуют сами производители, при выборе теплогенератора, с точки зрения его мощности, нужно руководствоваться следующими параметрами: **1 кВт мощности требуется для отопления 10 квадратных метров площади при высоте потолка не более 3,5 м.**

Впрочем, несмотря на многочисленные преимущества соломенной теплогенерации, необходимо учитывать, что, ввиду технической сложности и пока еще довольно слабого развития в нашей стране, она требует сравнительно больших капиталовложений, из-за чего подобные проекты имеют длительные сроки окупаемости. Их реализация имеет смысл и гарантированную отдачу в том случае, если хозяйство потребляет за год количество тепла, эквивалентное сжиганию, как минимум, 15 тыс. литров дизельного топлива.

Преимущества соломы и соломосжигающего оборудования

- Солома – классический возобновляемый источник энергии, повсеместно распространенный в сельскохозяйственных районах;
- По сравнению с другими видами твердого топлива, солома – относительно экологически чистый источник энергии. В частности, солома – «углерод-нейтральное» топливо: при ее сжигании в атмосферу выбрасывается ровно столько углекислого газа, сколько было поглощено растением из атмосферы. В этом плане солома выгодно отличается от ископаемого топлива (содержащего, как известно, «законсервированный» углерод);
- Солома, будучи отходом, является несоизмеримо более дешевым видом топлива, чем газ, мазут, печное топливо и уголь;
- Многие модели соломосжигающих котлов могут, при необходимости, работать на других видах твердого топлива – древесных отходах, опилках, стружке и торфобрикетах.

Экологические аспекты

Необходимо помнить, что сжигание соломы (как и любого другого вида топлива) сопряжено с выбросами в атмосферу загрязняющих веществ – окислов азота, серы, углекислого, угарного газа (менее 0,5 %), сажи и др., поэтому при выборе места для размещения котельных и конкретной технологии необходимо соблюдать нормы и требования санитарно-эпидемиологического законодательства и

законодательства об охране атмосферного воздуха.

Объемы выбросов окислов азота можно существенно уменьшить за счет более качественного отсева зерна из соломы, поскольку именно сгорание растительных белков, содержащих большое количество азота, обеспечивает образование большей части выбрасываемого в воздух монооксида азота.

Радикально сократить выбросы сажи можно, используя хорошо высушенную солому с содержанием влаги не более 10-15%. Кроме того, конструкция некоторых дорогостоящих моделей соломенных котлов европейского производства предусматривает трехступенчатую очистку выхлопа от сажи: за счет многократного повторного «прогона» через топку образующейся при горении соломы газовой смеси (что позволяет эффективно дожигать продукты неполного сгорания), а также за счет пропуска газа через особую вихревую и «циклонную» (теплообменную) камеры. В теплообменной камере происходит охлаждение газа до 600 градусов – при такой температуре зола снова затвердевает и оседает на внутренней керамической поверхности камеры.

Более дешевые модели котлов предусматривают в своей конструкции сажевые фильтры.

Риски и проблемы

В нашей стране при использовании соломы в качестве топлива может столкнуться с некоторыми рисками и трудностями организационного, финансового и юридического плана, которые необходимо учитывать, принимая решение о приобретении и монтаже такого оборудования:

- соломенные теплогенераторы стоят дороже по сравнению с традиционными жидкотопливными или газовыми котлами;
- в России пока слабо развита система гарантийного и сервисного обслуживания соломенных котлов;
- потребуются дополнительные капиталовложения в сбор, тюкование, транспортировку, хранение и сушку соломы;
- в идеале в хозяйстве должно быть сухое и хорошо вентилируемое складское помещение для хранения заготовленной соломы (ввиду непригодности мокрой соломы для использования в качестве топлива);
- соломенный котел требует регулярной очистки от сажи, что затрудняет его эксплуатацию в непрерывном режиме;
- невозможно точно рассчитать эксплуатационные затраты (в отличие от привычного газового отопления);
- широкому внедрению соломенной теплогенерации препятствуют недостаточно развитая законодательная база и технические регламенты (могут возникнуть сложности с Ростехнадзором, пожарной службой и другими надзорными органами при получении необходимых согласований).

7.2. Солома как укрывной и подстилочный материал

Солома – широко известный подстилочный материал для животноводческих ферм, хорошо впитывающий влагу и сохраняющий тепло под лежащими животными. Солома, используемая на подстилку должна быть сухой, чистой, без плесени и ржавчины. Ее рекомендуют применять вместе с торфом или опилками. В чистом виде солому используют в овцеводстве, где торф и опилки могут загрязнять шерсть животных.

Солому и другие виды растительного сырья широко применяют также в помещениях с напольным содержанием птицы на глубокой подстилке. Лучшим считается ежедневное добавление некоторого количества соломы с длиной резки 5 см. В помещениях для цыплят пол выстилают чистой соломой слоем 5-7 см, ежедневно ее ворошат и перетряхивают, меняют подстилку по мере загрязнения, но не реже одного раза в пять дней.

Преимущество метода заключается в его безотходности: из производственных фермерских помещений использованная солома удаляется вперемешку с продуктами жизнедеятельности животных и представляет собой идеальное сырье для приготовления компостов, с правильным балансом азота и углерода.

В некоторых странах Западной Европы, в частности в Швеции, солома используется на овощеводческих фермах как укрывной материал для корнеплодов. При таком методе выращенные корнеплоды (морковь, редька и др.) остаются зимовать на поле – ряды посадок накрывают черной полиэтиленовой пленкой и заваливают слоем соломы толщиной 30-60 сантиметров (в зависимости от глубины промерзания почвы в конкретном районе). Урожай собирают по мере надобности всю зиму, отгребая солому.

Судьба соломы по окончании (сбора урожая может быть разной: ее собирают, прессуют и вывозят или заделывают в почву, – все зависит от объемов соломы, площади участка и дальнейшего севооборота.

Для овощеводческого хозяйства отпадает необходимость иметь склад и рабочих для его обслуживания – лучшего хранилища для корнеплодов, чем сама земля, защищенная от промерзания и излишней влаги, придумать сложно.

Метод вполне применим на Юге России, где не бывает продолжительных и сильных морозов.

Без тесной кооперации сельхозпроизводителей использование соломы как подручного вспомогательного материала может носить исключительно локальный и ограниченный характер, т.к. не все хозяйства занимаются животноводством или овощеводством. Вероятно, для эффективного вовлечения отходов растениеводства в смежные отрасли сельского хозяйства местным ассоциациям сельхозпроизводителей имеет смысл создавать и поддерживать «биржи соломы» – общедоступные базы данных о хозяйствах, готовых покупать и продавать солому.

7.3. Солома как кормовая добавка

Из-за особенностей химического состава (повышенное содержание клетчатки, лигнина и кремнекислоты, невысокая переваримость органических веществ) солома не является ценным питательным кормом. По питательной ценности 1 кг соломы равноценен 0,25-0,30 кг зерна. Тем не менее, солому можно использовать в качестве добавки к основным кормам.

Кормовая солома должна быть сухой, чистой, упругой, без посторонних включений, иметь блестящую поверхность. Если она сильно пылит, легко ломается при скручивании в пучок, образует затхлый запах, заселена мышами, использовать ее в корм нельзя.

Лучшей из злаковых культур является просяная, овсяная и ячменная солома; причем просяная солома отличается большей мягкостью и хорошо поедается животными. Недостаток ячменной соломы – способность сильно поглощать влагу, что иногда придает ей несвежий запах. Для того чтобы солома лучше поедалась животными, ее можно измельчать, смешивать с сеном, силосом и концентратами, а также силосовать или запаривать.

На кормовые цели побочная продукция растениеводства заготавливается и используется следующим образом: солома колосовых зерновых культур – тюки и рулоны в штабеле, силосование; полowa колосовых зерновых – как компонент кормосмесей, гранулы, брикеты; полowa и солома зернобобовых – кормосмеси; стержни, стебли кукурузы, сорго – кормосмеси, гранулы, брикеты; ботва свеклы, картофеля и овощей – зеленый корм, силос, кормосмеси, гранулы и брикеты.

7.4. Использование соломы при производстве компостов

Измельченная солома – хороший компонент для производства компостов на основе полужидкого и жидкого навоза крупного рогатого скота, свиней и помета птицы. Для этих целей на 1 тонну полужидкого навоза или помета (при средней влажности 85 %) надо планировать 500 кг соломы.

Солома, предназначенная для компостирования, убирается комбайном в копны и перевозится к площадкам компостирования. Измельчать солому можно и непосредственно в местах хранения, и на площадках компостирования, используя при этом такие технические средства, как фуражиры ФН-1,4 (производительность до 4 т/час), дробилки-измельчители ИРТ-165 (до 16 т/час), косилки-измельчители Е-280 (15 т/час).

На площадке компостирования с помощью стогаometателя ПФ-05 солому укладывают в скирды и в течение стойлового периода применяют при производстве компостов.

Закладку бурта начинают с подготовки соломенной подушки. Измельченную солому укладывают шириной 4 метра на длину площадки, уплотняют гусеничным трактором. Толщина соломенной подушки после прикатывания должна составить 50-70 см. Затем на подушку вывозят слой

бесподстилочного навоза. Навоз переслаивают соломой в соотношении 5:1, 10:1 по весу, в зависимости от влажности навоза, бурт наращивают до высоты 2 – 2,5 м.

В зимний период применяют «очаговый» способ: соломенную подушку укладывают слоем 20-30 см на ширину 10 м, прикатывают трактором. На подушку тракторными тележками укладывают бесподстилочный навоз и измельченную солому в соотношении 5-10 тележек навоза на одну тележку соломы. С наступлением устойчивых положительных температур, бульдозером перемешивают массу и формируют бурт шириной 4 м, высотой 2,5-3,0 м, длина произвольная.

Летом рекомендуется готовить компосты площадочным способом. Кладут соломенную подушку толщиной 20-30 см, завозят бесподстилочный навоз в соотношении 1:5-1:10 (солома–навоз), выдерживают в течение 2-3 дней, затем бульдозером формируют бурт. В летний период компосты созревают в течение 2-3 месяцев, после чего их можно вносить в почву.

Преимуществом использования соломы для компостирования являются меньшие трудозатраты, чем при использовании соломы на подстилку скоту, поскольку исключаются операции по раздаче и уборке подстилки, однако, необходимо наличие навоза. Вероятно, растениеводческим хозяйствам, заинтересованным в производстве компостов, для стабильных поставок сырья разумно кооперироваться с близлежащими свиноводческими или птицеводческими комплексами, для которых утилизация отходов жизнедеятельности животных представляет известную проблему. Тот же свиной навоз в абсолютном большинстве случаев просто сливается на землю, загрязняя почву и водные объекты.

Особенности удаления с поля цельной соломы и других растительных остатков

Выбирая технику для уборки и прессования соломы, нужно исходить из целей ее дальнейшего использования.

Если солому предполагается использовать в качестве утеплительного или подстилочного материала, то подойдут обычные навесные копнителы и волокуши типа ВКН-11 или ВТУ-10 – в их камере солома собирается и уплотняется, затем периодически выгружается копнами на стерню за комбайном. Необходимо учитывать неизбежные потери соломы – обычно на поле остается до 20-25 %. К тому же соломистая масса при свалаживании в значительной степени загрязняется землей и не может использоваться, например, в кормовых целях.

Если солому необходимо сохранить в чистом виде, лучше использовать метод укладки валков. В этом режиме работы измельчителя, солома укладывается в рыхлые вспушенные валки, удобные для дальнейшего подбора.

Для перевозки соломы на большие расстояния и для ее хранения используется метод прессования (пресс-подборщики и другие механизмы различной конструкции и производительности). При прес-

совании соломы комбайн работает со снятым днищем копнителя и без соломоизмельчителя. Соломистая масса укладывается в валок, затем подбирается пресс-подборщиками, прессуется и связывается в токи или рулоны.

Для уборки соломы из валков успешно применяют пресс-подборщики ППП-1,6. Рулонный пресс обеспечивает прессование соломы в цилиндрические рулоны диаметром 1,5 и длиной 1,4 м, массой около 500 кг. С поля их вывозят либо самозагружающимися подборщиками-транспортировщиками рулонов ПТР-5, либо обычными тракторными тележками, куда их подают погрузчиком-стогометателем ПФ-0,5, оборудованным приспособлением для подбора и погрузки рулонов ППУ-0,5.

Вместо копнителя для уборки соломы в измельченном виде используются навесные комбайновые измельчители (ПУН-5, ПУН-6, ИСН-3,5 и др). Они измельчают солому во время уборки и отправляют ее вместе с половой в тележку.

В хозяйствах, где комбайнов с измельчителями нет или их недостаточно для уборки урожая в оптимальные сроки, заготовку измельченной соломы можно вести подборщиками-измельчителями. Солому, уложенную в валки, подбирают самоходными измельчителями КСК-100, КУФ-1,8 или Е-281 и подают в измельченном виде в транспортные прицепы 2ПТС-4-887А или ПСЕ-12,5.

Затраты труда на уборку измельченной соломы с поля кормоуборочными комбайнами КСК-100 и Е-281 составляют 0,5-0,8 чел.-час/т. Дневная производительность одного агрегата при обслуживании двумя тракторами и 3-мя прицепами – до 20 га.

Уборка листостебельной массы кукурузы. Измельченную массу отвозят на край поля от кукурузоуборочных комбайнов, выгружают в ворох, откуда погрузчиками ПФ-0,5 перегружают в автомашины и перевозят к местам силосования.

Уборка корзинок подсолнечника. Для уборки подсолнечника предусматривается использование приспособления ПСП-1,5, навешиваемого на комбайн СК-5, который оборудован измельчителем ПУН-5 и автосцепкой АН-2А. За проход комбайна корзинки подсолнечника срезаются и обмолачиваются, ворох сепарируется и маслосемена собираются в бункере, обмолоченные корзинки измельчаются и загружаются в прицеп, который агрегатирован с комбайном, а стебли подсолнечника измельчаются и разбрасываются по поверхности поля. Измельченная масса используется для силосования.

Уборка ботвы сахарной свеклы. Ботва сахарной свеклы убирается и заготавливается с помощью прицепных ботвоуборочных машин БМ-6А или самоходных ботвоборщиков 6-ОРЦС (ЧССР), листовая масса перевозится к местам силосования. При закладке силоса из ботвы следует контролировать загрязненность сырья почвой. При грязной ботве невозможно получить хороший силос. Допустимый предел – 0,5 кг земли на 1 ц массы.



8. СОЛОМА КАК ДОСТУПНОЕ ОРГАНИЧЕСКОЕ УДОБРЕНИЕ

Солома и прочие виды побочной продукции пропашных культур – самое дешевое и доступное средство из всех возможных для восполнения запасов органики в почве. В странах с развитым сельскохозяйственным производством солома используется как органическое удобрение. Например, в США доля соломы в общем объеме применяемых органических удобрений превышает 53%. В Германии 45% произведенной соломы заделывается в почву. Во Франции почти 85-90% соломы запахивается на удобрение либо используется в животноводстве (с последующим внесением на поля соломенно-навозной смеси).

Удалять солому с поля без ущерба запасов гумуса и плодородия почв можно не чаще, чем 1 раз в 4 года, а в почвах с низким содержанием гумуса и калия – 1 раз в 5-7 лет.

С 4т/га соломы зерновых культур в почву поступает (кг/га): органического вещества 3200, азота 14-22, фосфора 3-7, калия 22-55, кальция 9-37, магния 2-7; и микроэлементы (г/га): сера 5-8, бор 20-24, медь 10-12, марганец 116-120, молибден 1,0-2,0, цинк 150-200, кобальта 0,3-0,6.

Даже при урожайности зерновых культур 20-30 ц/га с соломой в почву может быть возвращено 10-15 кг азота, 5-8 кг/га фосфора, 20-35 кг калия, 5-7 кг кальция, 2-3 кг магния, 2-4 кг серы и различные микроэлементы (12,5 г бора, 8 г меди, 75 г марганца, 1 г молибдена, 100 г цинка).

Гумус и воспроизводство почвенного органического вещества. Из всего спектра применяемых в настоящее время органических удобрений солома содержит наибольшее количество органического вещества – около 80-82 %. **По содержанию углерода солома в 3,5-4,0 раза превосходит подстилочный навоз**, поэтому имеет чрезвычайно важное значение в гумусном режиме почв и является полноценным источником восполнения запасов гумуса и углекислоты, улучшающей условия корневого и воздушного питания растений.

Количество гумуса, образующегося при разложении соломы злаковых культур и других растительных остатков, зависит от дозы, способа заделки, почвенно-климатических условий и др. В среднем, **из 1 тонны соломы**

образуется около 60-100 кг гумуса. При средних дозах внесения соломы 2,5 т/га осуществляется воспроизводство гумуса в размерах 150-250 кг/га.

Оптимизация биологического состояния и азотфиксирующей способности почв. Растительные остатки сельскохозяйственных культур, в том числе солома, поступающие в почву, служат важнейшим энергетическим и пищевым ресурсом для агрономически полезной почвенной биоты, в том числе дождевых червей и микроорганизмов. Кроме того, при заделке растительных остатков ускоряется минерализация и гумификация органических веществ и высвобождение элементов питания в **доступной для высших растений форме**. Важно отметить, что в процессе жизнедеятельности, микроорганизмы, особенно разлагающие целлюлозу, которой богаты растительные остатки зерновых культур, выделяют слизистые вещества, которые называются цитофаговое «желе». Эти вещества склеивают почвенные частички и придают почве «оструктурное» состояние, почва разуплотняется.

При внесении соломы под бобовые культуры на их корнях увеличивается образование клубеньков, а также повышается развитие азотфиксирующих бактерий. В результате почва обогащается дополнительным (фактически «бесплатным») азотом. Наиболее благоприятно для нормального развития почвенной биоты чередование внесения растительных остатков различных культур, например, злаковых и бобовых.

Агрофизические и агрохимические свойства почв. Экспериментально установлено, что даже однократное внесение 3-5 т/га соломы положительно отражается на агрегатном составе и водопрочности почв, способствует снижению плотности сложения пахотного слоя и увеличению порозности. В результате, пахотный слой приобретает физические свойства, благоприятные для развития корневой системы растений, улучшается водный режим, уменьшается водная и ветровая эрозия.

Кроме того, при достаточном увлажнении почвы **запахивание соломы может повысить доступность соединений фосфора и калия** в результате образования при ее разложении веществ кислой природы, растворяющих малоподвижные соединения.

Экономический аспект

Сезонная нагрузка на один зерноуборочный комбайн составляет в российских условиях в среднем 300 га. За один сезон комбайн с измельчителем подготавливает для заделки около 600 т соломы, в которой содержится около 11 т питательных элементов: азота, фосфора и калия, что позволяет заменить внесение минеральных удобрений на сумму около 260 тыс. руб. Кроме того, работа комбайного измельчителя в течение одного уборочного сезона при измельчении и оставлении на поле 600 т соломы обеспечит экономии эксплуатационных затрат (на освобождение поля от соломы) в раз-
мере не менее 18-24 тыс. руб.



Рис. 8. Основные функции соломы в качестве удобрения («Использование соломы как удобрения» О. Назаренко и др., 2010г.)





Биологическая вспашка почвенной фауной должна заменить «вспашку железом»

Рольф Дерпш

РАССЛАБЛЯЮЩАЯ ВСПАШКА



Для быстрого разложения растительных остатков используют добавки

9. ДОБАВКИ, ПОВЫШАЮЩИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЛОМЫ КАК УДОБРЕНИЯ

Солома+компенсирующий азот. Эффективность соломы, как органического удобрения, заметно возрастает при дополнительном внесении азота, **в среднем, на 33 процента** по сравнению с заделкой без азотных удобрений. Сравнительная оценка эффективности удобрения почвы соломой, компенсированной азотом и навозом показывает их сопоставимые результаты.

Компенсирующий азот вносят из расчета 10-15 кг действующего вещества на 1 тонну соломы.

Оптимальные сроки внесения азота при заделке соломы под яровые культуры:

- на песчаных и супесчаных почвах – весной под предпосевную культивацию;
- на суглинистых почвах при достаточном увлажнении – весной под предпосевную культивацию, в засушливых условиях – осенью под зяблевую вспашку;
- на тяжелых почвах – осенью под зяблевую вспашку. Азотные минеральные удобрения вносят разбрасывателями ИРМГ-4, КСА-3, РУМ-5, РУМ-8, РУМ-16, НРУ-0,5.

Для ускоренного разложения соломистых остатков, азот можно внести в виде водного раствора. Такой способ позволяет повысить эффективность азотных удобрений путем более равномерного их распределения по пожнивным остаткам и соломе, стимулируя, тем самым, жизнедеятельность микроорганизмов, участвующих в ее разложении.

Заделку соломы можно не компенсировать азотом лишь на плодородных почвах при среднегодовом применении минеральных удобрений N60+РК/га, а также, если планируется последующий посев бобовой культуры.

Солома + сложное минеральное удобрение. Применение минеральных удобрений позволяет получать высокие прибавки урожая при исполь-

зовании соломы на удобрение. Их дозы рассчитывают под планируемый урожай или, исходя из имеющихся ресурсов, что позволяет получать высокие прибавки урожая при использовании соломы на удобрение.

В качестве примера можно привести такую технологию совместного применения соломы зерновых и зернобобовых культур с минеральными удобрениями в зернопропашном севообороте: озимая пшеница – люпин (зерно) – картофель – ячмень – однолетние травы (люпин + овес) на дерново-подзолистой почве.

Солома озимой пшеницы (под люпин), люпина (под картофель), ячменя (под травы) измельчается и равномерно распределяется по поверхности поля во время уборки зерна комбайном «САМПО-500» с измельчителем. Затем проводится лущение стерни дисковой бороной БДТ-3,0, агрегатируемой с трактором Т-150. Посредством этой операции соломенная резка, стерня, осыпавшиеся во время уборки семена сорняков и падалица заделываются в верхний 0-8 (10 см) слой почвы. Через 2-3 недели, после прохождения начальных стадий трансформации растительных остатков и прорастания сорняков и падалицы, проводится основная зяблевая обработка – вспашка плугом ПЛН-4-35 с трактором МТЗ-80, 82.

Минеральные удобрения в форме аммиачной селитры, суперфосфата (фосфоритной муки), хлористого калия вносятся весной разбрасывателями РМГ-4, РУМ-5, КСА-3 и др. под предпосевную культивацию в дозах N30P60K60 – под люпин, N90P90K120 – под картофель, N60P60K60 – под ячмень, N60P45K45 – под однолетние травы.

Солома + бесподстильный навоз (помет). Компенсирующую дозу азота можно добавить к соломе также в виде органических удобрений: бесподстильного навоза (КРС, свиного) или птичьего помета из расчета 6-8 т на 1 тонну соломы. В производственных условиях приема технологии совместного применения бесподстильного навоза (жидкого или полужидкого, навозной жижи) и соломы: навоз распределяется по измельченной соломе и заделывается вместе с ней в поверхностный слой почвы дисковыми орудиями. Внесение полужидкого бесподстильного навоза осуществляется машинами РОУ-6, ПРТ-10, ПРТ-16, МТТ-23, АВТ-Ф-5, жидкого – РЖТ, МЖТ. Через 2-3 недели проводится основная зяблевая обработка почвы. Этот прием позволяет экономить минеральные удобрения, требующиеся в качестве компенсирующей азотной добавки.

Органические удобрения вносят разбрасывателями РОУ-5, РОУ-6, ПРТ-10, ПРТ-16, жидкий навоз и стоки – жиже разбрасывателями МЖТ-5, МЖТ-8, МЖТ-16, РЖУ-36.

Солома + пожнивной сидерат. Одним из способов, повышающих эффективность разложения соломы, является **использование ее в комбинации с сидеральными культурами**, которые возделываются, как промежуточные.

После уборки зерновой культуры, как правило, озимой пшеницы или ржи, солому измельчают и равномерно распределяют по полю. После лу-

щения стерни (культиваторами или дисковыми орудиями в зависимости от конкретных почвенно-климатических и хозяйственных условий) и внесения азотных удобрений (N30-60) высевают сидеральную культуру. Наиболее часто в качестве промежуточной культуры используют горчицу, рапс (яровой и озимый), редьку масличную, которые за короткий вегетационный период способны сформировать 100-300 ц/га зеленой массы.

Под крестоцветные культуры на почвах со средней и высокой обеспеченностью фосфором и калием вносят только азотные удобрения (N30-60). Посев проводят с нормой высева ярового рапса – 12-15, редьки масличной – 25-30, горчицы белой – 20-25 кг/га. Обязательным приемом является прикатывание почвы.

Через 50-70 дней после посева, когда сидеральные культуры накапливают до 100-200 ц/га биомассы, производится зяблевая вспашка с заделкой зеленой массы сидератов в пахотный слой почвы. При необходимости (в случае формирования большой биомассы) перед вспашкой сидераты прикатываются, измельчаются и смешиваются с верхним слоем почвы дисковыми боронами.

Заделка сидеральной массы с высоким содержанием азота создает благоприятные условия для разложения соломы, увеличивает биологическую активность и улучшает агрофизические свойства почвы, обеспечивает **поступление в почву до 125 кг азота, 55 кг фосфора, 178 кг калия на 1 гектар. С урожаем биомассы сидератов 100 ц/га в почву поступает около 1000-12000 кг углерода, что эквивалентно 25-30 т подстилочного навоза.**

В полевых севооборотах, особенно с высоким насыщением зерновыми культурами, пожнивные сидераты выполняют важную фитосанитарную роль: снижают пораженность болезнями культур с близкими биологическими свойствами; они являются средством борьбы с сорной растительностью, водной эрозией.

Практический опыт сельхозпроизводителей Германии, Австрии показывает также высокую эффективность при заделке сидератов весной. За зимний период они отмирают, способствуя дополнительному снегозадержанию и накоплению влаги в почве к началу весеннего сева. Весной, за неделю до сева кукурузы или сахарной свеклы, почва обрабатывается культиваторами, посев производится в мульчированный слой пневматическими сеялками.

Солома + микробиологические препараты. Микробиологические препараты способствуют биологическому оздоровлению почв, ускорению разложения растительных остатков, повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

Применение микробиологических препаратов позволяет сформировать высокую концентрацию полезных форм микроорганизмов в нужном месте и в нужное время.

На отечественном рынке представлен ряд биопрепаратов («Экстра-

сол», «Триходермин», «Тамир», «Трихофит», «Ресойлинг», «Байкал ЭМ», «Акрам» и др.), предназначенных для обработки пожнивных остатков, ускорения их разложения и усиления положительного влияния на плодородие почв и урожайность культур. Микробиологические препараты применяют осенью после уборки зерновых колосовых и зернобобовых культур.

Измельченную и равномерно распределенную по поверхности поля солому и стерню обрабатывают биопрепаратами в дозах, рекомендуемых производителями (как правило, эти дозы достаточно низкие – 1-2 л/га), с нормой расхода рабочей жидкости 200-400 л/га опрыскивателем любой марки при давлении 2-3 атмосферы и рабочей скорости 8-10 км/час.

Высота штанги над почвой должна составлять 40-80 см – это обеспечивает равномерное распределение препарата на поверхности послеуборочных растительных остатков. После обработки пожнивных остатков биопрепаратами производится их заделка в почву. При работе с микробиологическими препаратами следует учитывать возможное негативное воздействие прямых солнечных лучей, поэтому обработку стерни и соломы желательно проводить с 18 часов вечера до 10 часов утра. В пасмурные дни временных ограничений для работы нет.

Не рекомендуется заделывать пожнивные остатки с нанесённым на них биопрепаратом в сухую почву, так как для жизнедеятельности микроорганизмов необходима влага. После внесения биопрепаратов солому заделывают в почву.

Под такие культуры как картофель, люпин, однолетние и многолетние травы с бобовым компонентом, солому можно использовать в чистом виде.

Солома + гуматы. Высокая эффективность разложения пожнивных остатков достигается также при обработке раствором гумата натрия в концентрации 0,0001%, или 30 г/га (при урожайности соломы в районе 3 т/га). Применяя гуматы, необходимо иметь в виду, что при стимуляции микробиологической активности почвы, в течение 60-90 дней происходит интенсивное поглощение азота бактериями-целлюлозоразрушителями и, как следствие, обеднение им почвы. Гумат натрия целесообразно использовать в смеси с аммиачной селитрой – в дозе 5 кг действующего вещества на 1 т стерневых и солоmistых остатков



Озимая пшеница, Ростовская область



10. ОБРАЩЕНИЕ С СОЛОМОЙ ПРИ ТРАДИЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Выбор конкретного способа заделки соломы в почву зависит от множества факторов: урожайности культуры (определяющей массу производимой соломы на гектар), годового количества осадков в конкретной местности, применяющегося типа почвообработки, предполагаемого севооборота, фактических погодных условий и др.

Не вызывает особых затруднений заправка соломы под яровые культуры, а вот при использовании соломы под озимые колосовые **необходимо учитывать складывающиеся погодные условия и строго соблюдать сроки заделки соломы и сева**, а также ее количество.

Важно: при объеме соломы более 5т/га полное ее запахивание под вторую озимую культуру исключается.

Установлено, что для нормального протекания процессов разложения соломы, отношение C:N должно быть 20-30:1. Более узкое соотношение этих элементов приводит к минерализации азотистых соединений, а более широкое – усиливает процессы иммобилизации азота.

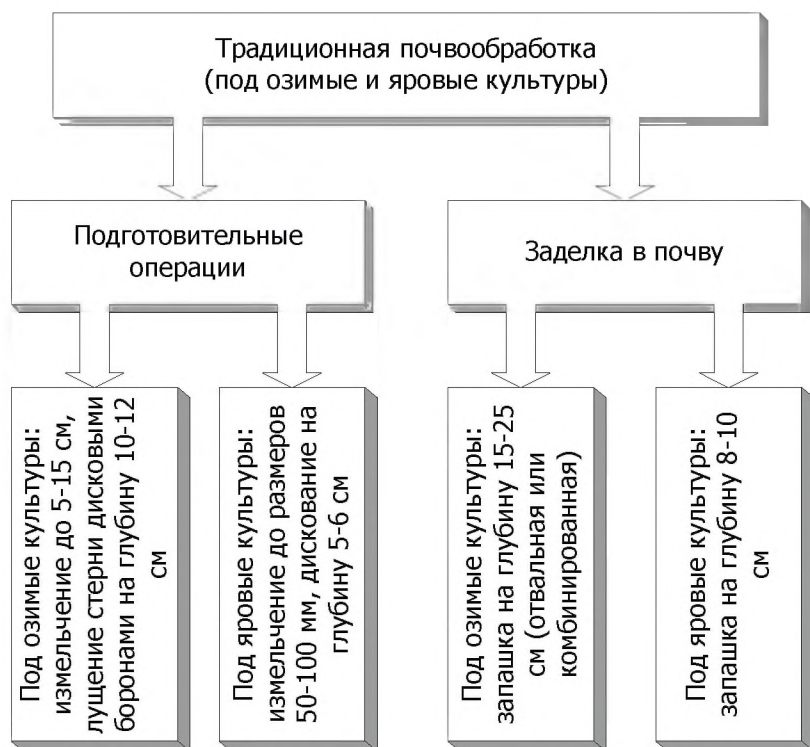
Необходимо также учитывать, что **в первый год внесения соломы, урожай злаковых культур снижается**. Это объясняется образованием токсических соединений при разложении соломы, а также ухудшением условий азотного питания растений при закреплении почвенного азота микроорганизмами.

Необходимо также учитывать то, что глубокая заделка свежей соломы нежелательна из-за возможных неблагоприятных эффектов, так как при разложении соломы в нижних слоях пахотного горизонта образуются летучие жирные кислоты, отрицательно влияющие на корневую систему растений.

Целесообразнее сначала неглубоко заделать солому в почву (на 8-10 см), дискованием или лушением с последующей (через 3-4 недели) вспашкой (отвальными плугами или плугами для гладкой пахоты), при которой полуразложившаяся солома распределяется более или менее равномерно

по всей глубине пахотного слоя. Предварительное смешивание соломы с поверхностным слоем почвы позволяет активизировать микробиологические процессы начальной стадии деструкции высокоуглеродистого органического вещества.

Последующая глубокая отвальная обработка обеспечивает качественную заделку растительной массы и ее равномерное распределение по всей толщине пахотного горизонта, оптимальную биологическую активность почвы, ее водный и питательный режим на протяжении всего вегетационного периода, а также способствует оптимизации агрофизических свойств почвы.



При проведении этой операции (заделка соломы в более глубокие слои) достигаются две основные цели: уничтожение проросших сорняков и создание необходимого для активного разложения соломы и ее контакта с почвой и активизации процессов ее трансформации. Вспашка всегда дает лучшие результаты при высокой засоренности и отсутствии или недостатке средств защиты растений.

Заделывать растительные остатки можно в разные сроки: сразу после уборки основной продукции или весной следующего года. Осенью заделка растительных остатков в почву является наиболее предпочтительной и эффективной по двум основным причинам: **осенняя зяблевая обработка почвы с лущением стерни является действенным способом борьбы с сорняками и существенно снижает засоренность посевов.** Растительные остатки, заделанные в почву в это время года, к началу весеннего сева последующей культуры проходят начальные стадии разложения, в результате чего минимизируется риск угнетения растений из-за дефицита минерального азота и накопления фитотоксических органических соединений.

Весенняя заделка соломы при всех способах обработки почвы приводит к снижению содержания доступного азота. Поэтому оставление соломы в качестве мульчи на поверхности почвы с последующей предпосевной заделкой оказывает, как правило, гораздо меньшее положительное влияние на урожайность.

Необходимо учитывать, что реакция полевых культур на запашку соломы неодинакова. Максимальный положительный эффект и получение прибавок урожайности при заделке соломы в качестве удобрения можно получить при выращивании картофеля, бобовых и зернобобовых культур, подсолнечника, кукурузы, сахарной свеклы.

Чистый пар

Кудисно-мульчирующий
пар

$$66-29=37^{\circ}\text{C}$$



11. ОБРАЩЕНИЕ С СОЛОМОЙ ПРИ МИНИМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ

Минимальная обработка почвы — агрономическая система, обеспечивающая снижение энергетических затрат путем уменьшения количества технологических операций и глубины обработки почвы.

Необходимость перехода на минимальную обработку почвы в интенсивном земледелии продиктована потребностью повышения урожайности и защиты почвы от отрицательных последствий широкого применения тяжелых тракторов и транспортных средств, а также необходимостью снижения производственных издержек (при нулевой и минимальной обработке почвы экономятся энергозатраты и энергоресурсы – до 50-80 %).

Для лущения стерни и качественной заделки стерневых и солоmistых остатков в верхний слой почвы при минимальной почвообработке используются стерневые культиваторы, дисковые бороны и дискаторы.

Для поверхностной заделки растительных остатков на тяжелых почвах следует ориентироваться на рабочие органы типа лап, на более легких – эффективнее использовать дисковые рабочие органы. Наилучшие результаты при лущении стерни достигаются путем сочетания различных видов рабочих органов. В состав большинства современных стерневых культиваторов в различных комбинациях входят рабочие органы рыхлительного типа, заделывающие рабочие органы и прикатывающие катки. Рыхлительные лапы комбинированных агрегатов измельчают верхний слой почвы на глубину 10-15 см и обеспечивают благоприятные условия для заделки растительных остатков, семян сорных растений и падалицы.

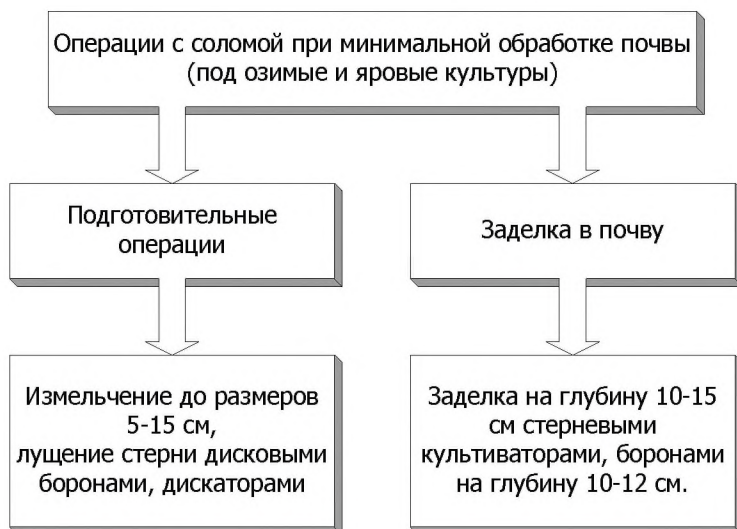
Заделывающие рабочие органы (полусферические или вырезные диски, небольшие отвалы и т.п.) перемешивают пожнивные остатки, падалицы, удобрения с верхним слоем почвы. Прикатывающие рабочие органы обеспечивают дополнительное крошение комков и хороший контакт заделанных растительных остатков с почвой, а также выравнивание поверхности поля.

В тех случаях, когда плотность почвы на всей глубине корнеобитаемого слоя не превышает критических значений, зяблевая обработка завершается повторной поверхностной обработкой (рыхлением на глубину 12-

15 см). При этом уничтожаются проросшие сорные растения и падалица семян предшествующих культур.

При высокой плотности почвы необходимо произвести глубокое рыхление (более 22-25 см) с использованием чизельных орудий, культиваторов-глубокорыхлителей и т.п., рабочие органы которых выполняют рыхление почвы без оборота пласта на глубину 35 см и более, сохраняя при этом растительные остатки в поверхностном слое. Такая обработка обеспечивает разрушение так называемой «плужной подошвы», образующейся на глубине ниже пахотного горизонта в результате многократных проходов пахотных агрегатов.

При заделке пожнивных остатков на глубину не более 10-15 см слой почвы насыщается органикой, повышается водоудерживающая и фильтрационная способность почвы, снижается испарение влаги (в периоды повышенного увлажнения органическое вещество впитывает избыточную влагу, а в засушливый период удерживает ее в почве, не допуская высыхания корнеобитаемого слоя), резко уменьшается поверхностный сток, что препятствует развитию эрозионных процессов.



Заделывают растительные остатки в те же сроки, что и при традиционной почвообработке: осенняя заделка соломы с почвы с лушением стерни является наиболее предпочтительной, поскольку является эффективной мерой борьбы с сорняками. Растительные остатки, заделанные в почву осенью, к началу весеннего сева последующей культуры проходят начальные стадии разложения, в результате чего минимизируется риск утнете-

ния растений из-за дефицита минерального азота и накопления фитотоксичных органических соединений.

Весенняя заделка соломы при всех способах обработки почвы, как правило, менее предпочтительна, поскольку приводит к снижению содержания в почве доступного азота.

Технология минимальной почвообработки рекомендуются к применению в более широких масштабах в степных районах, на почвах с близкой к оптимальной плотностью сложения (как правило, достаточно хорошо гумусированных), при возделывании озимых по чистым и занятым парам, при посеве яровых зерновых, размещенных по озимым и пропашным культурам, на чистых от сорняков полях. Под пропашные культуры, на засоренных малогумусированных почвах, напротив, имеют большее преимущество глубокие обработки.



12. ОБРАЩЕНИЕ С СОЛОМОЙ ПРИ «НУЛЕВОЙ» ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ

Технология нулевой обработки почвы – no-till (без вспашки) – используется в мире несколько десятилетий. Она предполагает полный отказ от обработки почвы, за исключением посева. При посеве по технологии no-till посев производится специальными сеялками в необработанную почву непосредственно по пожнивным остаткам, при этом обрабатывается только узкая полоса почвы для качественной заделки семян. Использование послеуборочных остатков для мульчирования почвы является обязательным условием технологии no-till. Также эта система предъявляет особые требования к севообороту. Мульчирующий слой сохраняет влагу, защищает почву от водной и ветровой эрозии, регулирует температурный режим на поверхности почвы.

Такая технология требует хорошо выровненной поверхности поля. В зависимости от почвенно-климатических условий солому оставляют нерезаной или очень качественно измельчают. Ключевым моментом в управлении соломой является ее равномерное распределение по поверхности почвы.

После уборки культуры солома разбрасывается равномерным слоем по полю и остается до весны в виде мульчи, выполняющей почвозащитную и противоэрозионную роль. За несколько лет на поверхности почвы образуется стабильный мульчирующий слой из растительных и пожневных остатков колосовых или высокостебельных пропашных культур.

Поскольку, основная задача мульчирования – предупреждение и снижение интенсивности водно-эрозионных и дефляционных процессов, накопление и сохранение влаги в почве, то этот прием может найти широкое применение в южных регионах России, на черноземных и каштановых почвах.

Особую роль в технологии no-till играют сидеральные культуры. Возделывание сидеральных культур в системе no-till способно не только остановить деградацию почв, но и успешно повысить ее естественное плодородие. Также с успехом применяются бинарные посевы, когда на одном поле произрастают, как товарная, так и не товарная культура, чаще

всего «бобовая», роль которой заключается в формировании лучших условий для рядом растущей товарной культуры, а также для культур, которые будут высеваны позже. Бинарные посевы приводят к биологическому разнообразию агроценозов, что положительно сказывается на здоровье почвы и растущих на ней культур.

Вместе с тем нужно учитывать, что, несмотря на наличие у технологии no-till положительных качеств, методика имеет определенные недостатки, связанные, в том числе, с дополнительными затратами на гербициды и средства для борьбы с болезнями и вредителями:

- необходима дополнительная обработка сорняков гербицидами на основе глифосатов, которые не уничтожаются механическим способом.
- мульчирующий слой может быть благоприятной средой для инфекционных заболеваний растений и различных вредителей;
- под соломенным покрытием почва медленнее прогревается весной;
- на первоначальном этапе возможен эффект уплотнения почвы на 0,1-0,2 г/см³, снижение ее водопроницаемости.
- землепользователь, практикующий no-till, должен быть готов обучаться и приспосабливаться к постоянно происходящим изменениям в почве.



ПРИЛОЖЕНИЕ

1. Основы «соломенного» менеджмента

Солома, как и любой другой ресурс, требует продуманной системы использования. Полезного экономического эффекта от применения соломы в качестве органического удобрения можно добиться только в условиях четкого планирования ее использования. Производителю необходимо иметь ясное представление об объемах образования соломы на каждом конкретном поле с учетом культуры, сорта и фактической урожайности (в идеале – необходимо уметь заблаговременно прогнозировать «урожайность» соломы), а также учитывать особенности севооборота, выбирая технологию заделки соломы в почву, сроки и способы проведения этой операции.

2. Последовательность действий:

1. Рассчитать объем побочной продукции на поле.
2. Определить объем соломы, необходимый для заготовки и дальнейшего использования (как топлива, хозяйственного материала и др.), если в этом есть необходимость.
3. Спланировать технологию заделки соломы, оставшейся на поле, исходя из применяемого способа почвообработки, но учитывая общие требования: солома должна быть измельчена на фрагменты длиной не более 5 см; измельченная солома должна быть равномерно распределена по полю.

Таблица 2

Технология обработки почвы в зависимости от массы побочной продукции

Способ заделки	Количество соломы и другой побочной продукции, т/га			
	< 3	3-5	5-7	> 7
Дискование на 10-14 см	*	*	*	*
Безотвальное рыхление на 20-25 см	-	*	*	-
Отвальная вспашка на 20-25 см	-	-	*	*

Примечание: «-» – обработка не проводится; «*» – обработка проводится

4. Определить необходимое количество компенсационных азотных удобрений, учитывая, что:
 - для эффективного разложения 1 тонны соломы необходимо 10-15 кг азота, что эквивалентно внесению сульфата аммония – 150 кг/га, аммиачной селитры – 100 кг/га (в фактическом веществе).
 - для полей с содержанием гумуса более 3% доза компенсационных удобрений должна быть не больше 30 кг/га (в действующем веществе).
 - на полях, подготовленных под озимую пшеницу по колосовым предшественникам, необходима регулярная почвенная диагностика для уточнения показателей содержания азота. Важно учитывать эти данные при припосевном внесении удобрений, а также контролировать степень разложения соломы в зависимости от влажности почвы в летне-осенний период. Следить за обеспеченностью азотом культуры, посеянной после заделки соломы, необходимо в течение всей вегетации!
5. Выбрать биопрепараты для активизации разложения соломы (если есть необходимость и целесообразность их использования).
6. Провести заделку соломы, учитывая, что:
 - для образования гумуса необходимо заделать на глубину 8-10 см сразу же после уборки дисковыми боронами или лущильниками, через две недели заделать на глубину не менее 20 см с оборотом пласта.
 - при поверхностной почвообработке важно обеспечить обязательный контакт измельченной соломы с почвой, а также следить за обеспеченностью растений азотным питанием.

3. Расчет количества соломы

Рассчитать количество соломы и другой побочной растительной продукции, в зависимости от возделываемой культуры, сорта и применяемых удобрений, можно по специальным таблицам и уравнениям регрессии, зная урожайность основной продукции.

Необходимо учитывать, что количество побочной продукции во многом зависит от сорта, культуры-предшественника, применяемых удобрений, типов почвы, технологии почвообработки, степени эродированности почв. В частности, следует учитывать следующую зависимость: на неэродированных почвах количество побочной продукции на 10-15% больше, чем на среднеэродированных и на 20-30% больше, чем на сильноэродированных.

Таблица 3

Количество сухого вещества побочной продукции озимой пшеницы, формируемое культурами севооборотов, т/га

Озимая пшеница	I севооборот				II севооборот			
	без удобрений	7т навоза+N ₄₃ P ₃₀ K ₂₄	11,2т навоза+N ₆₄ P ₄₂ K ₄₂	15т навоза+N ₁₀ P ₅₀ K ₆₁	без удобрений	5т навоза+N ₃₄ P ₃₆ K ₃₀	7,6т навоза+N ₅₇ P ₅₀ K ₄₄	10,5т навоза+N ₁₃ P ₄₀ K ₄₄
После пара	4,4	5,2	5,6	5,1	4,5	5,4	5,9	5,1
После гороха	3,8	4,8	5,3	4,5	-	-	-	-
После люцерны	-	-	-	-	4,1	4,9	5,2	4,7
После кукурузы	2,7	3,9	4,5	3,5	2,9	4,1	4,6	3,7
После озимой ржи	3,6	4,9	6,1	4,9	-	-	-	-
После ярового ячменя	2,1	2,8	3,3	2,7	2,2	2,5	2,9	2,5
После гороха	2,1	2,7	3,0	2,6	-	-	-	-
После кукурузы на зерно	3,7	4,3	4,8	4,5	3,9	4,4	5,0	4,4
После подсолнечника	2,3	2,8	3,0	2,8	2,4	2,7	3,1	2,9

Таблица 4

Зависимость между урожайностью зерна (Y) и сухой массой побочной продукции (X), т/га

Культура	Уравнение для определения массы побочной продукции	Коэффициент детерминации
Озимая пшеница:		
После пара	$x = 0,12 y + 1,38$	$R^2 = 0,90$
После гороха	$x = 0,08 y + 1,29$	$R^2 = 0,85$
После люцерны	$x = 0,08 y + 1,00$	$R^2 = 0,75$
После кукурузы	$x = 0,09 y + 0,40$	$R^2 = 0,85$
После озимой ржи	$x = 0,13 y + 0,61$	$R^2 = 0,86$
После кукурузы на зерно	$x = 0,13 y + 0,53$	$R^2 = 0,79$
После ярового ячменя	$x = 0,08 y + 0,24$	$R^2 = 0,93$
После гороха	$x = 0,05 y + 0,99$	$R^2 = 0,73$
После подсолнечника	$x = 0,12 y + 0,65$	$R^2 = 0,80$

Таблица 5

Соотношение зерна и соломы в урожае сельскохозяйственных культур на различных типах почв (данные получены в Ростовской области в 2010 году)

Тип почв	Способ основной обработки	Степень эродированности почв	Культура				
			кукуруза н/з	подсолнечник	озимая пшеница	яровой ячмень	горох
1	2	3	4	5	6	7	8
Чернозем обыкновенный	отвальная	неэрод.	1:1,6	1:1,2	1:1,5	1:1,2	1:1,6
		среднеэрод.	1:1,4	1:1,1	1:1,4	1:1,0	1:1,3
		сильноэрод.	1:1,2	1:1,0	1:1,3	1:0,7	1:1,0
	безотвальная	неэрод.	1:1,5	1:1,3	1:1,3	1:1,3	1:1,5
		среднеэрод.	1:1,3	1:1,2	1:1,1	1:1,0	1:1,2
		сильноэрод.	1:1,1	1:1,1	1:1,0	1:0,7	1:0,8
Чернозем южный	отвальная	неэрод.	1:1,7	1:1,4	1:1,4	1:1,5	1:1,6
		среднеэрод.	1:1,5	1:1,1	1:1,2	1:1,1	1:1,3
		сильноэрод.	1:1,3	1:1,0	1:1,0	1:0,9	1:0,9

1	2	3	4	5	6	7	8
	безот- вальная	неэрод. среднеэрод. сильноэрод	1:1,5 1:1,3 1:1,2	1:1,2 1:1,0 1:0,9	1:1,4 1:1,3 1:1,2	1:1,3 1:1,0 1:0,8	1:1,4 1:1,1 1:0,9
Каштано- вые	отваль- ная	неэрод. среднеэрод. сильноэрод.	1:1,3 1:1,1 1:0,9	1:0,8 1:0,7 1:0,6	1:1,4 1:1,1 1:0,9	1:1,2 1:1,0 1:0,8	1:1,7 1:1,3 1:1,0
	безот- вальная	неэрод. среднеэрод. сильноэрод	1:1,4 1:1,2 1:1,0	1:0,7 1:0,5 1:0,6	1:1,2 1:1,1 1:1,0	1:1,0 1:0,8 1:0,6	1:1,4 1:1,2 1:0,9
Чернозем обычно- венный орошае- мый	отваль- ная	неэрод. среднеэрод. сильноэрод.	1:2,0 1:1,7 1:1,5	1:1,3 1:1,2 1:1,1	1:1,3 1:1,2 1:1,1	1:1,4 1:1,3 1:1,1	1:1,8 1:1,5 1:1,3
	безот- вальная	неэрод. среднеэрод. сильноэрод.	1:1,8 1:1,6 1:1,5	1:1,5 1:1,4 1:1,2	1:1,2 1:1,1 1:1,0	1:1,5 1:1,3 1:1,1	1:1,6 1:1,5 1:1,4

Таблица 6

Накопление соломы сортами озимой пшеницы по пару при внесении удобрений, т/га (данные получены по Ростовской области)

Сорт	Соотношение зерна к соломе			Урожайность соломы, т/га		
	контроль	N90P50	N180P100	контроль	N90P50	N180P100
Росинка тара- совская	1,4	1,4	1,5	9,0	9,3	10,8
Губернатор Дона	1,1	1,1	1,2	8,8	9,3	10,3
Августа	1,2	1,2	1,3	8,9	9,4	11,2
Престиж	1,5	1,6	1,7	8,9	12,0	13,7
Тарасовская остистая	1,1	1,4	1,4	6,3	8,8	9,6
Северодонецкая юбил.	1,3	1,4	1,5	7,7	9,8	10,7
Доминанта	1,4	1,5	1,6	8,3	9,2	9,8
Каменя	1,3	1,3	1,4	9,5	11,0	12,6
Донская лира	1,3	1,3	1,4	9,6	10,5	11,5
Арфа	1,2	1,2	1,3	7,4	7,7	9,2
Агра	1,4	1,5	1,6	8,7	10,7	11,5
Авеста	1,3	1,3	1,4	6,9	8,1	9,7

Альтернативные методы управления растительными

Сорт	Соотношение зерна к соломе			Урожайность соломы, т/га		
	контроль	N90P50	N180P100	контроль	N90P50	N180P100
Донэко	1,0	1,1	1,2	6,6	8,0	8,9
Ростовчанка-3	1,4	1,4	1,5	9,0	9,8	11,3
Зерноградка-11	1,3	1,4	1,5	7,4	10,3	11,3
Гарант	1,0	1,1	1,2	6,6	7,4	8,6
Гранит	1,0	1,1	1,2	6,2	7,0	8,0
Дон-105	2,1	2,0	2,2	13,4	14,0	15,9
Донской сюр-приз	1,1	1,1	1,2	5,4	6,0	7,8
Ермак	1,0	1,1	1,2	6,7	7,7	8,9
Станичная	1,0	1,0	1,1	6,2	6,8	7,7
Таня	1,5	1,6	1,7	11,2	13,5	14,9
Краснодар-ская-99	1,3	1,3	1,4	9,3	10,2	12,1
Победа-50	1,2	1,2	1,3	7,9	9,0	10,3
Лира	1,1	1,1	1,2	9,3	9,5	11,4
Нота	1,2	1,3	1,4	8,8	10,2	11,4
Кума	1,1	1,4	1,4	7,0	10,0	9,9
Фортуна	1,3	1,3	1,4	11,8	14,0	15,3
Вояж	1,2	1,2	1,3	7,9	8,8	10,3
Спартак	1,3	1,4	1,5	9,1	11,1	12,2
Юнона	1,1	1,2	1,3	8,0	9,7	10,7
Грация	1,0	1,1	1,2	7,6	9,6	10,3
Коллега	1,0	1,0	1,1	7,7	9,4	10,9
Среднее	1,2	1,3	1,4	8,3	9,6	10,9

Таблица 7

Накопление соломы сортами озимой пшеницы по предшественнику-гороху при внесении удобрений, т/га

Сорт	Соотношение зерна к соломе			Урожайность соломы, т/га		
	контроль	N90P50	N180P100	контроль	N90P50	N180P100
Росинка тарасов-ская	1,2	1,2	1,3	7,2	8,1	8,9
Губернатор Дона	1,2	1,1	1,2	7,3	8,2	9,3
Августа	1,4	1,1	1,4	7,2	7,8	10,3

Сорт	Соотношение зерна к соломе			Урожайность соломы, т/га		
	контроль	N90P50	N180P100	контроль	N90P50	N180P100
Престиж	1,5	1,4	1,5	8,4	8,8	10,7
Тарасовская ости- стая	1,1	1,2	1,3	4,7	6,6	7,8
Северодонецкая юбил.	1,4	1,4	1,5	6,2	8,4	9,4
Доминанта	1,4	1,4	1,5	7,0	8,2	9,9
Каменя	1,2	1,2	1,3	7,0	8,4	10,2
Донская лира	1,2	1,1	1,3	6,5	7,4	9,9
Арфа	1,2	1,2	1,5	6,2	7,5	9,8
Агра	1,7	1,2	1,6	7,0	8,1	11,1
Авеста	1,3	1,2	1,3	7,1	7,9	9,4
Донэко	1,0	1,1	1,1	5,5	7,4	7,7
Ростовчанка-3	1,2	1,3	1,3	5,5	8,1	8,8
Зерноградка-11	1,3	1,2	1,4	6,7	7,2	9,8
Гарант	1,1	1,1	1,1	6,4	7,4	7,8
Гранит	1,0	1,1	1,2	5,3	6,9	7,9
Дон-105	1,5	1,2	1,5	8,5	8,1	11,1
Донской сюрприз	1,3	1,2	1,4	6,4	7,8	10,0
Ермак	1,0	1,0	1,1	5,7	7,6	8,6
Станичная	1,5	1,3	1,3	8,3	8,5	9,0
Таня	1,3	1,3	1,5	7,7	9,9	11,9
Краснодарская-99	1,3	1,4	1,4	7,5	10,1	10,2
Победа-50	1,3	1,3	1,3	6,5	8,2	8,7
Лири	1,1	1,1	1,2	7,3	8,4	9,5
Нота	1,1	1,1	1,2	6,1	7,4	8,8
Кума	1,3	1,4	1,3	7,0	8,7	8,4
Фортуна	1,1	1,3	1,3	8,6	10,8	11,3
Вояж	1,4	1,2	1,4	7,7	7,4	9,4
Спартак	1,2	1,2	1,4	6,7	7,6	9,2
Юнона	1,1	1,1	1,1	5,8	6,9	7,5
Грация	1,0	1,0	1,1	5,8	6,8	8,2
Коллега	1,1	1,1	1,1	6,7	7,4	7,6
Среднее	1,2	1,2	1,3	6,8	8,0	9,3

Таблица 8

Накопление соломы сортами озимой пшеницы по предшественнику подсолнечнику при внесении удобрений, т/га

Сорт	Соотношение зерна к соломе			Урожайность соломы, т/га		
	контроль	N90P50	N180P100	контроль	N90P50	N180P100
Росинка тарасовская	1,1	1,2	1,2	2,3	3,5	3,7
Губернатор Дона	1,1	1,2	1,2	2,6	4,2	4,6
Августа	1,2	1,1	1,3	3,3	3,7	5,1
Престиж	1,3	1,3	1,4	3,8	4,7	6,3
Тарасовская остистая	1,2	1,2	1,3	3,2	4,5	5,6
Северодонецкая юбил.	1,1	1,5	1,4	3,0	5,7	6,1
Доминанта	1,0	1,4	1,3	2,9	5,7	5,7
Каменя	1,1	1,2	1,3	3,3	5,5	6,4
Донская лира	1,2	1,1	1,3	4,3	5,3	7,5
Арфа	1,2	1,4	1,4	3,3	5,8	7,2
Агра	1,2	1,1	1,2	4,3	4,6	6,1
Авеста	1,2	1,2	1,3	4,4	5,2	6,8
Донэко	1,1	1,2	1,2	3,7	6,1	6,9
Ростовчанка-3	1,2	1,3	1,3	3,8	5,8	6,9
Зерноградка-11	1,1	1,2	1,3	3,1	5,7	6,8
Гарант	1,0	1,0	1,1	3,3	5,0	5,8
Гранит	1,2	1,2	1,3	3,5	5,3	7,0
Дон-105	1,1	1,0	1,1	3,4	4,9	6,1
Донской сюрприз	1,1	1,4	1,4	3,5	7,5	8,1
Ермак	1,2	1,1	1,2	3,8	5,4	7,1
Станичная	1,2	1,0	1,2	3,6	5,1	7,2
Таня	1,3	1,2	1,4	4,4	6,2	9,2
Краснодарская-99	1,3	1,6	1,5	4,3	8,3	10,4
Победа-50	1,0	1,0	1,1	3,3	4,5	6,9
Лири	1,1	1,2	1,2	3,6	6,4	7,2
Нота	1,1	1,1	1,2	3,8	5,7	7,2
Кума	1,2	1,5	1,5	3,7	7,2	8,4

остатками в растениеводстве вместо сжиганий

Сорт	Соотношение зерна к соломе			Урожайность соломы, т/га		
	контроль	N90P50	N180P100	контроль	N90P50	N180P100
Фортуна	1,1	1,5	1,4	5,2	9,1	9,7
Вояж	1,2	1,4	1,4	3,1	7,4	9,3
Спартак	1,1	1,2	1,3	3,8	6,5	7,8
Юнона	1,1	1,1	1,2	3,5	6,2	7,7
Грация	1,2	1,1	1,2	3,7	5,7	7,5
Коллега	1,1	1,3	1,3	3,8	7,0	8,1
Среднее	1,2	1,2	1,3	3,6	5,7	7,0

Таблица 9

Распределение сухого вещества, синтезированного культурами севооборотов, т/га

Удобрения на гектар севооборотной площади	Остатки			Продукция			Общая био-масса
	всего	кор-невые	пожнив-ные	всего	основ-ная	побоч-ная	
Зернопаропропашной севооборот I							
Без удобрения	3,20	2,03	1,17	5,67	3,12	2,55	8,87
7т навоза+N ₄₃ P ₃₀ K ₂₄	3,47	2,29	1,18	6,93	3,68	3,25	10,40
11,2 т навоза + N ₆₄ P ₄₂ K ₄₂	3,66	2,43	1,23	7,85	4,09	3,76	11,51
15 т навоза + 4т*	3,48	2,25	1,23	6,93	3,71	3,22	10,41
Зерно-травяно-паропропашной севооборот II (с люцерной)							
Без удобрения	4,20	2,64	1,56	5,64	3,57	2,07	9,84
5т навоза+N ₃₄ P ₃₆ K ₃₀	4,64	2,99	1,65	6,81	4,29	2,52	11,25
7,6 т навоза + N ₅₇ P ₅₀ K ₄₄	4,89	3,11	1,78	7,56	4,71	2,85	12,45
10,5т навоза + 2,7т*	4,64	2,94	1,70	6,73	4,23	2,50	11,37

Примечание: «*» – побочная продукция

Таблица 10

Поступление растительных остатков в различных севооборотах, т/га

№	Севооборот	Без удобрения	С удобрением
1	10% пара чистого, 70% зерновых, 20% пропашных	3,19	3,66
2	10% пара чистого, 50% зерновых, 20% люцерны, 20% пропашных	4,15	4,84
3	Аналогично 1 вар., но вместо чистого пара занятый	3,74	4,36
4	Аналогично 2 вар., но вместо чистого пара занятый	4,69	5,54

Таблица 11

Поступление растительных остатков в сеимпольных севооборотах с люцерной и многолетней злако-бобовой травосмесью, т/га

№	Севооборот	Без удобрения	С удобрением
отвальная обработка почвы			
1	Ячмень+люцерна-люцерна-люцерна-яровая пшеница-оз. пшеница-ЗБС-оз. пшеница	3,43	3,73
2	Ячмень+мн. травосмесь-мн. травосмесь-мн. травосмесь-просо-оз. пшеница-горох-оз. пшеница	3,81	4,31
безотвальная обработка почвы			
3	Ячмень+люцерна-люцерна-люцерна-яровая пшеница-озимая пшеница-ЗБС-озимая пшеница	3,27	3,71
4	Ячмень+мн. травосмесь-мн. травосмесь-мн. травосмесь-просо-озимая пшеница-горох-оз. Пшеница	3,58	4,25

4. Расчет баланса гумуса при заделке пожнивных остатков

Расчет баланса его проводится по следующей формуле:

$$\begin{aligned} B \text{ (кг на 1га)} &= \{[-BN - \Pi \text{ пар} + \Pi N] \cdot 10 + [Cp + C \text{ орг}]\} \cdot 1,724; \\ BN &= Y \cdot N_b \cdot K_g \cdot K_c \cdot K_{ap}; \\ \Pi N &= P \cdot 0,5N_p + N_{oc} + N_{sem} + 0,5N_m + 1,25N_{орг} + N_{сим} + N_{несим}; \\ Cp &= P \cdot C_g \cdot K_g; \\ C \text{ орг} &= D \text{ орг} \cdot C_{уг} \cdot K_{орг} \cdot K_{сух}, \end{aligned}$$

где Б – баланс гумуса; BN – вынос азота; Π пар – потеря азота в чистом пару; Y – урожайность основной продукции; N_b – вынос азота на 1 ц основной продукции с учетом побочной; K_g – поправочный коэффициент на гранулометрический состав почвы (тяжелый суглинок – 0,8, средний – 1, легкий – 1,2, супесь – 1,4, песок – 1,8); K_c – поправочный коэффициент на способ посева культуры (1,0 для многолетних и однолетних трав, 1,2 для культур сплошного сева, 1,6 для пропашных культур); K_{ap} – поправочный коэффициент на эрозию почв (1,1 – для слабо-, 1,2 – средне-, 1,4 – сильноэродированных);

ΠN – поступление в почву: азота N_p с растительными остатками P, определяемые по уравнению; с осадками N_c (в среднем 4 кг); семенами N_{sem} ; минеральными удобрениями; органическими удобрениями $N_{орг}$; симбиотически N и N несимбиотически фиксированный; 0,5 – коэффициенты использования азота растительных остатков и минеральных удобрений; 1,25 – коэффициент использования органических удобрений (25% сухого вещества в 1 т, 5 – содержание азота); 10 – коэффициент перевода содержания азота в углерод (табл. 16).

Поступление углерода: с растительными остатками – Cp, C_g – содержание углерода (40%), K_g – коэффициент гумификации (для культур сплошного сева 0,25, пропашных – 0,15); $C_{орг}$ – с органическими удобрениями, D – доза, т, $C_{уг}$ – содержание углерода (50%), $K_{орг}$ – коэффициент использования (для навоза 0,3, соломы на удобрение – 0,25), $K_{сух}$ – содержание сухого вещества (25% для навоза и 85% для соломы).