**Федеральное агентство научных организаций**

**(ФАНО России)**

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение**

**«Научно-исследовательский институт сельского хозяйства**

**Центрально-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева»**

**(ФГБНУ «НИИСХ ЦЧП»)**

**ПРИЕМЫ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

**ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ БИОРЕСУРСОВ ДЛЯ**

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ АГРОЦЕНОЗОВ**



Каменная Степь – 2015

УДК 631.452

ББК П 032.6

П 75

Приемы эффективного использования возобновляемых биоресурсов для усовершенствования методов управления продуктивностью агроценозов (рекомендации).

**Авторский коллектив:**

Турусов В.И. – член корр. РАН, д. с.-х. н., Гармашов В.М. – к. с.-х. н., Дьячкова Т.И. – к. с.-х. н., Михина Т.И. – н.с., Абанина О.А. – к. с.-х. н., Дронова Н.В. – м.н.с.

На основе многолетних исследований показана роль биологических, агротехнических и биохимических приемов повышения эффективности использования возобновляемых биоресурсов в агроценозах.

Рекомендации рассчитаны на специалистов сельского хозяйства, преподавателей и студентов агрономических специальностей.

УДК 631.452

ББК П032.6

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 4

1. Биологические приемы повышения эффективности

использования возобновляемых биоресурсов 5

* 1. Севооборот – как средство воспроизводства

органического вещества почвы 5

1.2 Многолетние травы 7

1.3 Сидераты в севооборотах 11

* 1. Нетоварная часть урожая 15

1. Агротехнические приемы повышения

эффективности использования возобновляемых

биоресурсов 19

2.1 Сроки заделки разнокачественных растительных

остатков 19

2.2 Глубина заделки и распределение растительных

остатков в пахотном слое почвы – как прием повышения эффективности их использования 24

1. Биохимические приемы повышения

эффективности использования возобновляемых

биоресурсов 32

Введение

На современном этапе развития сельскохозяйственного производства, проходящем в сложных экономических условиях, использование более рациональных и экономичных способов и средств воспроизводства плодородия почв и повышения урожайности возделываемых культур должно стать основой внедряемых адаптивно-ландшафтных систем земледелия, что позволит повысить рентабельность сельскохозяйственного производства. Среди множества приемов управления плодородием почв и продуктивностью агроценозов одним их ведущих является повышение эффективности использования возобновляемых биоресурсов в агроландшафтах. Эти приемы должны строиться на системе взаимосвязанных мероприятий, предусматривающих оптимизацию структуры посевных площадей, внедрение севооборотов с насыщением их высокопродуктивными и средоулучшающими культурами, вовлечение в продукционно-биологический круговорот органического вещества и элементов питания растительных остатков и сидератов, повышение биологической активности почвы, применение рациональных почвосберегающих приемов обработки почвы.

**1. Биологические приемы повышения эффективности использования возобновляемых биоресурсов**

**1.1 Севооборот – как средство воспроизводства**

**органического вещества почвы**

Агротехнической основой интенсивного земледелия, как фактора обеспечивающего оптимальные условия жизни растений и воспроизводства органического вещества почвы, являются научно обоснованные севообороты с соответствующим набором культур.

Оптимизация структуры севооборотной площади является перспективным фактором в повышении эффективности использования возобновляемых биоресурсов – растительных остатков культур. В частности, правильно подобранный набор культур в плодосменном севообороте позволяет интенсифицировать разложение свежего органического вещества ежегодно поступающего в почву.

С учетом существующих рекомендаций сформулированы основные требования по размещению культур в севооборотах, их удельному весу с целью оптимизации структуры посевных площадей.

Рекомендуется новый подход к построению полевых севооборотов как короткоротационных, так и многопольных по принципу 2:1 (на две подряд идущие разновидовые зерновые колосовые культуры приходится одна бобовая или пропашная культура, или черный пар). Севообороты, построенные по данному принципу, способны обеспечивать расширенное воспроизводство плодородия почв и стабильную продуктивность чередующихся культур.

Структура севооборотов должна быть разработана с учетом оптимального числа улучшающих культур (азотонакопителей), которое зависит от потенциального плодородия почвы и окультуренности полей. Например, при содержании в почве РК меньше 12 мг/100 г почвы их доля должна составлять 60%, 12...15 мг/100 г почвы –40%, более 15 мг/100 г почвы – 30 %. Оптимальным соотношением однолетних и многолетних бобовых культур в структуре полевых севооборотов следует признать 1:5, а в кормовых – 1:3. При этом площадь многолетних посевов должна быть постоянной, а общее количество бобовых лучше изменять за счет однолетних культур.

Как показывают исследования, долю культур улучшателей можно увеличить с помощью промежуточных посевов, и довести индекс использования пахотных земель до 1...1,2 против существующего – 0,3....0,7 и повысить биоразнообразие возделываемых растений.

Исследования свидетельствуют, что насыщение севооборотов зерновыми колосовыми культурами не беспредельно. Положительный эффект достигается при их удельном весе 60-75 %. Насыщение зерновыми до 75% допустимо только при включении в структуру чередования севооборота овса и гречихи, которые являются культурами – фитомелиорантами и нормализуют экологическое состояние почвы.

Удельный вес зерновых колосовых продовольственных культур (озимой пшеницы, озимой ржи, яровой пшеницы) в общей структуре посевных площадей не должен быть меньше 25%.

Для пашни интенсивного использования (плато и склоны 1-2°) суммарная площадь посева пропашных культур и чистого пара не должна превышать 50 % площади севооборота.

Число полей в свекловичном севообороте должно быть не менее 4, чтобы обеспечить соблюдение сроков возврата культуры на прежнее место. В современных условиях не менее 90-95 % посевов сахарной свеклы должно размещаться по паровой озими. Из этого факта вытекает требование в отношении площади чистого пара – она не должна превышать 8-12 % севооборотной площади.

Удельный вес озимой пшеницы в структуре озимого клина на пашне интенсивного использования должен быть не менее 80%. Многолетние травы в полевых севооборотах не должны превышать 20 % площади.

Доля зерновых и зернобобовых культур в зернотравяных севооборотах должна составлять 60-80 %, многолетних трав – 20-40%.

Таким образом, научно обоснованные набор и чередование культур в севооборотах – непременное условие повышения эффективности использования возобновляемых биоресурсов.

**1.2 Многолетние травы**

Возделываемые культуры неодинаково влияют на накопление в почве органической массы и интенсивность ее минерализации. При формировании севооборотов, в качестве важнейшего условия, определяется обеспечение положительного баланса органического вещества и максимума накопления биологического азота через насыщение севооборотов бобовыми культурами, в том числе многолетними травами.

Главная роль многолетних трав в полевых севооборотах – обеспечение поступления в почву большого количества пожнивно-корневых остатков (эспарцет одногодичного пользования – 6,35 т/га; эспарцет двухгодичного пользования – 7,73 т/га; донник белый – 8,66 т/га; люцерна одногодичного пользования – 10,73 т/га; люцерна двухгодичного пользования – 13,80 т/га), обогащающих почву азотом и минеральными питательными веществами.

Растительные остатки многолетних бобовых трав (люцерна, клевер, эспарцет и др.) быстро трансформируются в почве, создавая условия для роста интенсивности биологических процессов. В результате минерализуются устойчивые к разложению соединения негумифицированного органического вещества, что способствует улучшению санитарного состояния почвы, снижению ее токсичности. Разложение биомассы многолетних трав сопровождается синтезом гумусовых веществ, обеспечивая рост запасов гумуса.

Как показывают результаты исследований и опыт передовой практики, основной многолетней культурой для введения в полевой севооборот в Воронежской области является эспарцет. Эспарцет – наиболее экономически выгодная культура, так как не требует больших затрат для производства семян и менее требовательна к влажности почвы.

Выявлено преимущество эспарцета над горохом в отношении образования агрономически ценных структурных агрегатов почвы, так в слое 0-40 см под горохом было 66,67 %, под эспарцетом одногодичного пользования – 74,36 %, под эспарцетом двухгодичного пользования 75,13 %. Соответственно коэффициент структурности в слое 0-40 см под горохом 2,0, под эспарцетом одногодичного пользования – 2,90 и под эспарцетом двухгодичного пользования – 3,02.

Улучшение структурно-агрегатного состояния почвы под многолетними травами положительно отразилось на изменении наименьшей влагоемкости (НВ). Ее значения под горохом в пахотном слое почвы равнялись 28,6-30,6%, под эспарцетом в зерновом севообороте – 38,4-42,5 %. Аналогично изменениям НВ менялся и диапазон активной влаги черноземов (ДАВ). В зернопаропропашном севообороте под однолетней бобовой культурой он составлял 13,9-15,0 % против 22,1-25,9 % под многолетней бобовой культурой (слой 0-20 см).

Как показывают результаты исследований, введение многолетних бобовых трав в полевые севообороты способствует снижению темпов минерализации гумуса (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание гумуса в слое почвы 0-40 см в различных видах севооборотов (в среднем по звену ячмень – бобовые – озимая пшеница), %

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Севооборот | В среднем по звену | | Разница +,– |
| 2002-2005 гг. | 2008-2010 гг. |
| Зернопаропропашной | 6,43 | 6,14 | –0,29 |
| Зернопаротравянопропашной  с 1 полем эспарцета | 6,29 | 6,06 | –0,23 |
| Зернопаротравянопропашной  с 2 полями эспарцета | 6,16 | 5,97 | –0,19 |
| Зернотравяной  с 1 полем эспарцета | 6,20 | 6,11 | –0,09 |
| Зернотравяной  с 2 полями эспарцета | 6,23 | 6,05 | –0,18 |

Если в зернопаропропашном севообороте в среднем за звено севооборота снижение содержания гумуса составило 0,29 %, то в звене с одним полем эспарцета – уже 0,23 %, а в звене с двумя полями – 0,19 %. В зернотравяном севообороте темпы снижения содержания гумуса еще меньше.

В различных видах севооборотов (табл. 2) содержание растительных остатков находилось в пределах от 3,03 до 4,33 т/га. В зернопаротравянопропашных севооборотах содержание растительных остатков увеличивалось: с одним полем эспарцета на 0,59 т/га; с двумя полями эспарцета на 0,97 т/га. Замена черного пара горохом, насыщение севооборота зерновыми культурами повышало количество растительных остатков на 0,83-1,14 т/га.

Таблица 2– Накопление пожнивно-корневых остатков и возвращение в почву элементов минерального питания в различных видах севооборотов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид севооборота | Пожнивно-корневые  остатки, т/га | Поступление питательных в-в в почву, кг/га | | |
| N-NO3 | P2O5 | K2O |
| Зернопаропропашной 5-польный | 3,03 | 31,9 | 7,7 | 27,6 |
| Зернопаропропашной 7-польный | 3,13 | 36,1 | 8,0 | 27,2 |
| Зернопаропропашной 10-польный | 3,19 | 37,1 | 7,8 | 26,2 |
| Зернопаротравянопропашной с 1 полем эспарцета 6-польный | 3,78 | 49,5 | 9,7 | 34,2 |
| Зернопаротравянопропашной с 2 полями эспарцета 7-польный | 4,16 | 60,5 | 11,6 | 28,3 |
| Зернотравяной  с 1 полем эспарцета6-польный | 4,02 | 56,1 | 11,0 | 27,1 |
| Зернотравяной  с 2 полями эспарцета8-польный | 4,33 | 62,4 | 12,4 | 30,8 |

В зернотравяном севообороте с двумя полями эспарцета отмечено наибольшее поступление как органического вещества пожнивно-корневых остатков, так и азота – 62,4 кг/га, фосфора – 12,4 кг/га и калия – 30,8 кг/га. В зернопаротравянопропашном севообороте произошло снижение поступления азота на 1,9 кг/га, фосфора на 0,8 кг/га и калия на 2,5 кг/га. В севооборотах с одним полем эспарцета уменьшение поступления макроэлементов составило: в зернотравяном - азота на 6,3 кг/га, фосфора на 1,4 кг/га, калия на 3,7 кг/га; в зернопаротравянопропашном - азота на 12,9 кг/га, фосфора на 2,7 кг/га, но с увеличением калия на 3,4 кг/га.

В севооборотах без трав отмечается ещё большее снижение поступления - азота от 25 до 30,5 кг/га, фосфора от 4,4 до 4,7 кг/га и калия от 3,6 до 4,6 кг/га. В севооборотах с эспарцетом поступает растительных остатков и макроэлементов в 1,3-1,9 раза больше, чем в севооборотах без трав.

Таким образом, в земледелии Центрального Черноземья, где формирование урожая большей частью происходит за счет использования потенциальных запасов питательных веществ, посев многолетних трав, как наиболее дешевый источник биологического азота, приобретает ведущее значение, как прием в поддержании бездефицитного баланса органического вещества и повышения эффективности использования возобновляемых биоресурсов.

**1.3 Сидераты в севооборотах**

Проблема воспроизводства плодородия почвы может быть решена путем наиболее полного использования солнечной энергии для образования фитомассы, вовлечения ее максимально возможного количества в биологический круговорот. Сидерация – один из широкодоступных, но мало используемых резервов комплексного и эффективного повышения содержания в почве органического вещества и стабилизации содержания гумуса в почве.

В связи с этим особенно актуальным становится использование в качестве ресурсов органики не только навоза, но и сидератов. При этом большое значение приобретает способность этих культур образовывать максимальное количество фитомассы, поступающей в почву (табл.3).

Таблица 3 –Накопление органического вещества

сидеральными культурами, в слое 0-40 см,т/га

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Культура | Урожайность зеленой массы, т/га | Масса сухого органического в-ва, т/га | | | Всего, т/га |
| надземной части | корней | |
| на фоне N60P60K60 | | | | | |
| Горох | 15,46 | 2,74 | 2,47 | | 5,21 |
| Озимая рожь | 18,79 | 4,32 | 4,34 | | 8,66 |
| Гречиха | 18,08 | 2,90 | 3,0 | | 5,90 |
| Яровой рапс | 17,94 | 2,53 | 2,70 | | 5,23 |
| Подсолнечник | 26,88 | 4,57 | 0,80 | | 5,37 |
| без удобрений | | | | | |
| Горох | 13,07 | 2,31 | 1,84 | 4,15 | |
| Озимая рожь | 11,55 | 2,65 | 3,0 | 5,65 | |
| Гречиха | 14,38 | 2,30 | 3,22 | 5,52 | |
| Яровой рапс | 14,44 | 2,04 | 2,45 | 4,49 | |
| Подсолнечник | 24,44 | 4,15 | 0,60 | 4,75 | |

Получению обильной сидеральной массы, практически для всех сидеральных культур, способствует высокий уровень агротехники их возделывания. И, в частности, большое влияние при этом оказывает применение минеральных удобрений. Наибольшую урожайность зеленой массы сидеральные культуры сформировали на удобренном фоне. В среднем за годы исследований на минеральном фоне количество зеленой массы сидератов составило от 15,46 т/га гороха до 26,88 т/га подсолнечника, без внесения удобрений количество зеленой массы колебалось от 11,55 т/га озимой ржи до 24,44 т/га подсолнечника.

Это, соответственно, сказывается на накоплении массы сухого органического вещества сидеральными культурами, как в надземной части, так и в корнях (табл.3).

В целом за годы исследований общее количество азота, фосфора и калия за счет запашки растительной массы сидеральных культур, на удобренном фоне составляет: по гороху 54,2%, озимой ржи и гречихе, соответственно 60,6 и 56,6%, за счет подсолнечника и ярового рапса 43,0 и 45,1%(табл.4).

Таблица 4 – Поступление в почву элементов минерального питания с сидеральными культурами

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Культура | Поступление питательных в-в в почву, кг/га | | | | В % к навозу |
| N-NO3 | P2O5 | K2O | всего |
| Черный пар–без удобрений | | | |  | - |
| Черный пар– навоз, 40т/га | | | | 452 | 100 |
| на фоне N60P60K60 | | | | | |
| Горох | 144 | 16 | 85 | 245 | 54,2 |
| Озимая рожь | 130 | 21 | 123 | 274 | 60,6 |
| Гречиха | 137 | 13 | 106 | 256 | 56,6 |
| Яровой рапс | 116 | 12 | 76 | 204 | 45,1 |
| Подсолнечник | 82 | 11 | 101 | 194 | 43 |
| без удобрений | | | | | |
| Горох | 102 | 12 | 62 | 176 | 39 |
| Озимая рожь | 77 | 12 | 70 | 159 | 35,2 |
| Гречиха | 112 | 9 | 86 | 207 | 45,8 |
| Яровой рапс | 91 | 8 | 59 | 158 | 34,9 |
| Подсолнечник | 61 | 8 | 84 | 153 | 33,8 |

Научные учреждения рекомендуют большой набор сидератов: из бобовых – многолетний и однолетний люпины, донник, озимую и яровую вику, горох, эспарцет; из злаковых – озимую рожь, яровое тритикале, райграс; из крестоцветных – горчицу, озимый и яровой рапсы, сурепицу и т.д.

Замена чистого пара на сидеральный обеспечивала поступление в почву 4,15-8,66 т/га органического вещества. По запасам питательных веществ в органической массе сидеральных культур содержится: горох - азота 144 кг/га, фосфора 16 кг/га и калия 85 кг/га; озимая рожь - 130 кг/га, 21 кг/га, 123 кг/га соответственно; гречиха 137 кг/га, 13 кг/га, 106 кг/га соответственно; яровой рапс – 110 кг/га, 12 кг/га, 76 кг/га соответственно; подсолнечник – 82 кг/га, 11 кг/га, 101 кг/га соответственно.

Степень разложения биомассы сидератов во многом зависит от ее качественного состава. У многолетних бобовых трав, гороха, гречихи и ярового рапса, более узкое соотношение C:N способствует увеличению интенсивности процесса минерализации их органического вещества по сравнению с озимой рожью и подсолнечником.

Сидеральные культуры, заделанные в почву к моменту посева озимой пшеницы, накапливают нитратного азота практически одинаковое количество с паровым полем, а по подвижному фосфору и обменному калию превосходят его. Данное количество питательных веществ достаточно для развития растений озимой пшеницы в осенний период.

Одним из недостатков сидерации является иссушение почвы во время вегетации. Из-за этого в засушливые годы запашка сидератов может быть даже не эффективной. Следовательно, запашку сидератов необходимо проводить за 30-40 дней до посева озимых культур.

В годы с количеством осадков близким к среднемноголетней норме, влажность почвы во время посева озимой пшеницы в слое 0-20 см практически одинакова как по черным, так и сидеральным парам. В слое 0-100 см преимущество по содержанию влаги остается за черным паром.

Сидеральные пары по продуктивности звена севооборота практически не уступали унавоженным парам и значительно превосходили чистые пары без внесения навоза. Расчет экономической эффективности возделывания озимой пшеницы по различным парам показывает, что биоэнергетический коэффициент возделывания озимой пшеницы по черному пару равен 1,36, по сидеральному пару при заделке фрезой – 1,81, а при заделки сидератов плугом – 1,71. Следовательно, сидеральный пар экономически выгоднее черного пара.

Таким образом, зеленое удобрение является важным средством повышения плодородия почвы, обогащения ее органическим веществом, азотом, фосфором и калием. Как показывают результаты исследований, для почвенно-климатических условий юго-востока ЦЧЗ, лучшими сидеральными культурами являются: озимая рожь, горох, гречиха, яровой рапс, подсолнечник (Кудашов Ю.И., 1996)

При дефиците органических и минеральных удобрений в хозяйствах области они могут служить важным источником питательных элементов.

**1.4 Нетоварная часть урожая**

Нетоварная часть урожая (солома, ботва сахарной свеклы, стебли кукурузы, подсолнечника, полова и т.д.) является существенным источником органического вещества и питательных элементов. Это один из видов органических удобрений, который не требует специальных затрат на производство, транспортировку и внесение, воспроизводится ежегодно при производстве основной продукции, являясь быстро возобновляемым и практически неисчерпаемым ресурсом сохранения и воспроизводства плодородия почв.

Степень влияния удобрения растительными остатками на плодородие почвы и пополнение органического вещества в ней зависит от многих факторов: количества и качества, длительности их применения и нахождения в почве, почвенно-климатических условий.

При использовании нетоварной части урожая (послеуборочных растительных остатков) в почву возвращается 21,5-51,5 % азота, 18,5-51,7 % фосфора, 16,7-48,1 % калия от общего количества в урожае (Рымарь В.Т., Свиридов А.К., Черенков В.В., 2000).

При урожайности зерновых культур 4,0-6,0 т/га с соломой в почву может быть возвращено 20-30 кг азота, 10-16 кг фосфора, 40-70 кг калия, 10-14 кг кальция, 4-6 кг магния, 4-8 кг серы и различные микроэлементы.

Сельскохозяйственные культуры, обладая разной биологией, неодинаково влияют на свойства почвы. В процессе роста и после их уборки остается значительное количество корневых и пожнивных остатков, являющихся важным источником прихода органического вещества (табл.5).

Таблица 5– Количество послеуборочных растительных остатков (т/га) в слое почвы 0-40 см

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Культура | Корневых | Пожнивных | Всего |
| Озимая пшеница | 2,25 | 3,83 | 6,08 |
| Яровая пшеница | 1,90 | 3,83 | 5,73 |
| Кукуруза | 2,40 | 2,62 | 5,02 |
| Подсолнечник | 2,11 | 3,60 | 5,71 |
| Ячмень | 1,97 | 2,92 | 4,89 |
| Горох | 1,57 | 2,91 | 4,48 |
| Сахарная свекла | 1,00 | 2,40 | 3,40 |
| Эспарцет 1 года пользования | 4,61 | 1,74 | 6,35 |
| Эспарцет 2 года пользования | 5,82 | 1,91 | 7,73 |
| Донник белый | 7,08 | 1,58 | 8,66 |
| Люцерна 1 года пользования | 8,92 | 1,81 | 10,73 |
| Люцерна 2 года пользования | 12,02 | 1,78 | 13,80 |

Количество и качество растительных остатков зависит от вида культуры, предшественников, характера хозяйственного использования и погодных условий.

По величине поступления органического вещества с пожнивно-корневыми остатками полевые культуры, возделываемые в Центрально-Черноземной зоне, разделяют на четыре группы.

К первой группе относятся культуры, после которых в почву поступает 6-10 т/га биогенных веществ, в основном это многолетние травы.

Вторую группу составляют культуры, остаточная масса которых составляет 4-5 т/га. Сюда входит кукуруза, возделываемая на зерно и силос.

Третья группа - зерновые колосовые культуры и подсолнечник, оставляющие 3-4 т/га свежей органической массы.

Четвертая группа - сахарная свекла, горох на зерно, после уборки которых в почву поступает менее 3 т/га органического вещества.

Пожнивные остатки также играют не менее важную роль в пополнении почвенного органического вещества. Масса пожнивных остатков зависит как от биологических особенностей культуры, технологии возделывания, величины урожая, так и особенностей уборки - срока, способа уборки, высоты среза.

Необходимо отметить, что масса пожнивно-корневых остатков зависит от величины урожая и с его ростом увеличивается.

Поступление органического вещества в почвы, используемые в сельскохозяйственном производстве, зависит от структуры посевных площадей и видов севооборотов. Различный набор культур и их чередование в севообороте способствует равномерному поступлению и более сбалансированному по качественному составу накоплению органического вещества в почве полей севооборота. По мере увеличения в севообороте доли пропашных культур, особенно сахарной свеклы и картофеля, среднегодовое количество поступающих в почву растительных остатков уменьшается, в то время как увеличение площади под многолетними травами, озимыми зерновыми культурами повышает эту величину.

Оптимизация структуры севооборотной площади может быть перспективным фактором в повышении эффективности использования возобновляемых биоресурсов – растительных остатков культур. В частности, правильно подобранный набор культур в плодосменном севообороте позволяет интенсифицировать разложение свежего органического вещества ежегодно поступающего в почву. Так же важно использовать непроходящее значение многолетних трав. При насыщении почвы однообразной по качественному составу биомассой растительных остатков происходит снижение интенсивности их разложения и замедляется синтез элементов минерального питания. Но почва, используемая в агроценозах, должна обладать высокой биологической активностью. Только при наличии высоких темпов разложения может идти активный синтез фитомассы. Однако для предотвращения при этом потерь гумуса, необходимо разработать комплекс мероприятий по активизации тех микробиологических процессов, которые не связаны с деструкцией гумуса.

Замена однолетних трав многолетними в севообороте увеличивает поступление органического вещества в 1,5-2 раза, яровых зерновых на озимые – на 1,0-1,5 т/га.

Из каждой тонны соломы, внесенной в почву, образуется 70-150 кг/га гумуса. Примерно такое же количество гумуса образуется из 5-6 тонн зеленой массы сидеральных культур или ботвы сахарной свеклы.

Исследованиями установлено, что доступность фосфора из минеральных удобрений повышается при одновременном внесении с соломой, что связано с влиянием органических соединений, образующихся при ее разложении.

Эффективное использование нетоварной части урожая возделываемых культур позволит обеспечить повышение плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур.

**2. Агротехнические приемы повышения эффективности использования возобновляемых биоресурсов**

**2.1 Сроки заделки разнокачественных**

**растительных остатков**

Интенсивность разложения растительных остатков сельскохозяйственных культур зависит от их качественного состава – отношения углерода к азоту и лигнина к азоту, что определяет время их разложения. По времени их разложения и доступности почвенным микроорганизмам растительные остатки подразделяются по мере ухудшения их качества на быстро-, умеренно- , медленно- и слаборазлагаемые. Самыми распространенными растительными остатками в полевых севооборотах ЦЧЗ являются растительные остатки зерновых культур, характеризующиеся повышенным содержанием целлюлозы (углерода). По данным ГНУ Воронежского НИИСХ, в одной тонне соломы зерновых культур содержится около 5 кг азота, 2,5 кг фосфора, 8 кг калия, 35-40 % С (углерода) в органической форме. В соломе зерновых культур содержание углерода в 3,5-4,0 раза выше, чем в подстилочном навозе, поэтому она имеет важное значение в регулировании баланса органического вещества почв и является источником восполнения запасов гумуса и элементов минерального питания растений. Из каждой тонны соломы, внесенной в почву, образуется 70-150 кг/га гумуса. Примерно такое же количество гумуса образуется из 5-6 тонн зеленой массы сидеральных культур или ботвы сахарной свеклы.

Однако пшеничная солома содержит 27-33 % целлюлозы, 21-26 % гемицеллюлозы, 3 % белков, 18-21 % лигнина (Лыков, А.М., 1982). Поэтому использование на удобрение соломы злаковых культур и других растительных остатков, имеющих широкое отношение углерода к азоту, часто сопровождается проявлением отрицательного эффекта уменьшения содержания минерального азота в обрабатываемом слое, связанного с его иммобилизацией почвенной микрофлорой, участвовавшей в разложении органического вещества высокоуглеродистых растительных остатков. Это также проявляется и при насыщении севооборотов однообразными по качеству растительными остатками, которые не успевают разлагаться и накапливаются в почве. При этом возрастают риски повышения токсичности почвы за счет накопления токсических продуктов разложения – целлюлозы и лигнина (фенолов, органических кислот и др.), что приводит к негативному явлению «почвоутомлению», сопровождающемуся снижением урожайности.

Разложение растительных остатков в почве происходит с разной интенсивностью и зависит от их качественного состава, длительности нахождения в почве - срока заделки, глубины заделки и распределения в обрабатываемом слое.

Как правило при внесении высокоуглеродистых растительных остатков (в дозах 4-6 т/га) отмечается снижение продуктивности возделываемых культур, особенно злаковых. Снижение уровня азотного питания растений при внесении высокоуглеродистых пожнивных остатков – временное явление, обусловленное активным потреблением и закреплением подвижных форм азота целлюлозоразлагающими микроорганизмами. Отрицательное влияние при внесении таких растительных остатков на последующие возделываемые культуры снижается, если к моменту посева они разложились в достаточной степени; это снижает токсическое действие продуктов разложения и менее выраженной становится иммобилизация минерального азота почвы. В связи с этим, для предотвращения отрицательного действия, при использовании растительных остатков следует обеспечить наиболее оптимальное их разложение в предпосевной период.

Исследованиями установлено, что за 2,5-4 месяца разлагается до 46 % соломы, в течение года до 80 %, остальная часть позднее. Для наиболее полного (40-50 %) разложения биомассы высокоуглеродистых растительных остатков нужно, чтобы срок от их заделки в почву до посева сельскохозяйственных культур составил не менее 6-8 месяцев, низкоуглеродистых растительных остатков более быстро разлагаемых - меньше. При этом условии, уже в первый год последующими культурами может быть использовано до 15-20 % азота, 20-30 % фосфора, 25-40 % калия, содержащихся в растительных остатках предшествующей культуры. Поэтому влияние растительных остатков на продуктивность возделываемых культур во многом зависит от срока заделки их в почву.

Поэтому одним из приемов повышения эффективности использования растительных остатков возделываемых культур является определение оптимальных сроков запашки растительных остатков различного качества. Так как сроком запашки мы определяем продолжительность нахождения и разложения органической массы растительных остатков в почве. Проведенными нами исследованиями по изучению влияния сроков запашки разнокачественных (высокоуглеродистых и низкоуглеродистых) растительных остатков и сроков внесения антидепрессирующей дозы азотных удобрений (N10 кг д.в. на тонну соломы) при использовании высокоуглеродистых растительных остатков на плодородие чернозема обыкновенного и продуктивность возделываемых культур было установлено, что наилучшие водно-физические свойства почвы и наиболее благоприятные условия для течения микробиологических процессов разложения растительных остатков и синтеза элементов минерального питания растений складывались при заделке их в почву в ранние сроки – с 15 августа по 15 сентября, низкоуглеродистых (ботвы сахарной свеклы 18 т/га) в более поздние сроки – с 10 сентября по 10 октября. Запашка биомассы в более поздние сроки приводит к снижению интенсивности микробиологических процессов и процессов нитрификации в течение вегетационного периода, что в конечном итоге приводит к снижению продуктивности возделываемых культур на 13-29 %.

При запашке даже низкоуглеродистых остатков (ботвы сахарной свеклы) позже 10 октября содержание нитратного азота в почве по сравнению с более ранним сроком запашки было ниже в начале вегетационного периода на 27,4 %, при заделке 10 ноября – на 35,3 %.

Срок внесения биомассы растительных остатков оказывает незначительное влияние на изменение содержания подвижного фосфора и обменного калия в почве в течение вегетационного периода.

Весенняя заделка соломы приводит к снижению влагообеспеченности последующей культуры на 16,7-30,9 % в начале вегетационного периода по сравнению с ранним осенним сроком заделки.

Культуры раннего срока сева в большей степени снижают продуктивность при поздних сроках внесения высокоуглеродистых растительных остатков. При обработке почвы и заделке их в период с 15 сентября по 15 октября продуктивность культур с ранним сроком сева снижается на 15-20 % при осеннем внесении компенсирующей дозы азота и на 5-8 % при весеннем сроке внесения азота. Культуры с поздним сроком сева в меньшей мере снижают продуктивность при опоздании с запашкой высокоуглеродистых растительных остатков.

Весенняя заделка соломистых остатков приводит к наибольшему снижению продуктивности культур с ранним сроком сева: на 20-26 % при осеннем сроке внесения компенсирующей дозы азота и на 13-18 % при весеннем сроке внесения азотных удобрений.

Весенний срок внесения компенсирующей дозы азота в большинстве случаев снижает отрицательный эффект опоздания со сроком заделки высокоуглеродистых растительных остатков.

При использовании легкоразлагаемых низкоуглеродистых растительных остатков (ботвы сахарной свеклы) наиболее благоприятный срок запашки их находится в интервале с 10 сентября по 10 октября.

Обработка почвы и заделка таких растительных остатков в более поздние сроки приводит к снижению продуктивности ячменя на 13-15 %.

Лучший срок запашки смеси высокоуглеродистых и низкоуглеродистых растительных остатков (4 т/га соломы + 18 т/га ботвы сахарной свеклы) более ранний - 10 сентября.

Заделка высокоуглеродистых растительных остатков при осенней вспашке без внесения компенсирующей дозы азотных удобрений способствует снижению безвозвратных потерь нитратного азота, синтезируемого в ранне-осенний период за счет прогрессирования процесса иммобилизации его целлюлозоразлагающими микроорганизмами, которые интенсивно развиваются при внесении соломы и потребляют легкоподвижный нитратный азот, содержащийся в почве в осенний период. Закрепленный в микробной клетке азот меньше подвергается вымыванию, но хорошо поддается процессам реминерализации в течение вегетационного периода и потреблению возделываемыми сельскохозяйственными культурами.

Ранние сроки обработки почвы и заделки соломы способствуют снижению засоренности посевов по сравнению с поздними. Весенняя запашка соломистых растительных остатков приводит к росту засоренности посевов. Срок внесения компенсирующей дозы азота не сказывается на уровне засоренности посевов.

В целом результаты исследований показывают, что правильный выбор оптимального срока запашки растительных остатков различных культур является одним из приемов повышения эффективности использования легковозобновляемых биоресурсов. В почвенно-климатических условиях юго-востока ЦЧЗ оптимальный срок запашки высокоуглеродистых растительных остатков (соломы озимых) находится в пределах с 15 августа по 15 сентября, низкоуглеродистых (растительных остатков сахарной свеклы) с 10 сентября по 10 октября.

При этом надо учитывать, что сроки обработки почвы и запашки растительных остатков должны корректироваться в зависимости от увлажненности обрабатываемого слоя. Не всегда ранняя зябь, даже при вспашке поля после предшественника с высокоуглеродистыми трудноразлагаемыми растительными остатками, является лучшей для течения микробиологических процессов и синтеза элементов минерального питания в течение вегетационного периода по причине плохого крошения, перемешивания почвы с растительными остатками и плохого контакта растительных остатков с почвой. Крупноглыбистый обрабатываемый слой приводит к еще более сильному иссушению почвы и снижению интенсивности процессов начальной и последующей стадий микробиологической трансформации органического вещества растительных остатков.

Опыты показывают, что при ранней заделке невысоких доз (2-3 т/га) растительных остатков с широким отношением С : N в богатые азотом почвы (20-25 мг/кг почвы) с высокой микробиологической активностью можно отказаться от внесения компенсирующей дозы азотных удобрений.

**2.2 Глубина заделки и распределение растительных остатков в пахотном слое почвы – как прием повышения эффективности их использования**

Эффективность применения биогенных веществ растительных остатков зависит от технологии их использования: способа заделки (глубины заделки и распределения их в обрабатываемом слое), срока внесения (периода нахождения их в почве) и срока внесения антидепрессирующей дозы азота.

Интенсивность и характер микробиологической трансформации растительных остатков определяются как по химическим составам, так и почвенными физическими условиями (влажностью, температурой, аэрацией и т.д.), которые во многом зависят от глубины заделки и распределения их в обрабатываемом слое почвы.

Проведенными в ФГБНУ «НИИСХ ЦЧП» исследованиями установлено, что при использовании высокоуглеродистых и других растительных остатков в качестве органических удобрений лучшие результаты дает их заделка с предварительным компостированием (перемешивание с верхним слоем почвы 0-7 см), осуществляемым дисковым лущением, проводимым вслед за уборкой на глубину 6-8 см.

Предварительное смешивание растительных остатков с поверхностным слоем почвы при дисковом лущении позволяет активизировать процессы начальной стадии деструкции биогенных веществ, что способствует трансформации органического вещества в более доступные формы для микроорганизмов. В последующем растительные остатки лучше запахивать, добиваясь равномерного распределения их массы по всей толщине обрабатываемого слоя, что благоприятно сказывается на процессах гумификации и улучшении гумусового состояния пахотных почв.

Результаты полевых опытов показывают, что внесение соломы в количестве 4 т/га в различные слои пахотного горизонта (0-7 см; 7-14 см; 14-21 см) приводит к улучшению агрофизических свойств почвы. При этом отмечается снижение плотности сложения почвы в слоях размещения растительных остатков. Наименьшая плотность сложения пахотного слоя почвы 0-21 см – 0,95 г/см3 отмечается при равномерном распределении растительных остатков, как во всем обрабатываемом слое, так и в слое 7-14 см. Аналогично изменению плотности сложения почвы изменяется твердость обрабатываемого слоя. На делянках, где в обрабатываемый слой солома не поступала или заделывалась в слой 0-7 см, отмечалось увеличение твердости почвы по сравнению с равномерным распределением соломы в обрабатываемом слое на 8,6 % и 10,1 %. Наименьшая твердость обрабатываемого слоя почвы прослеживается при заделке растительных остатков в слой 7-14 см.

Размещение соломистых остатков на поверхности почвы приводит к увеличению влажности посевного слоя в начале вегетационного периода. В более поздние сроки, от фазы кущения и до созревания ячменя, закономерных различий в запасе доступной влаги в почве в зависимости от распределения растительных остатков в обрабатываемом слое не отмечается.

Глубина заделки и распределение растительных остатков в обрабатываемом слое при основной обработке оказывает существенное влияние на биологические процессы в пахотном слое в период вегетации полевых культур. Наибольшая биологическая активность почвы в течение вегетационного периода, в большинстве лет проведения исследований, отмечалась при заделке их в слой почвы 7-21 см, а также при равномерном распределении по всему обрабатываемому слою. Сосредоточение органических остатков на поверхности и в поверхностном слое (0-7 см) приводило к снижению биологической активности почвы во второй половине вегетационного периода. Заделка растительных остатков в почву глубже 7 см способствует увеличению ее биологической активности в течение вегетационного периода на 9,9-34,6 %.

Снижение биологической активности почвы при поверхностном размещении органической массы остатков и мелкой заделкой в слой 0-7 см в почвенно-климатических условиях юго-востока ЦЧЗ обусловлено снижением влажности этого слоя в период интенсивного роста сельскохозяйственных культур.

В начале вегетации содержание нитратного азота, как и других элементов минерального питания, в пахотном слое почвы мало изменяется в зависимости от глубины заделки и распределения растительных остатков в обрабатываемом слое. В дальнейшем, при нарастании интенсивности микробиологических процессов в почве, наибольшее количество нитратного азота отмечается при заделке в слой 14-21 см, а также при размещении биомассы в слое 7-21 см. Более мелкая заделка высокоуглеродистых растительных остатков приводит к снижению содержания нитратного азота в обрабатываемом слое.

Наибольшее количество подвижного фосфора и обменного калия отмечается при размещении растительных остатков на поверхности почвы. Более глубокая заделка соломы приводила к снижению содержания этих элементов минерального питания. Подвижного фосфора при заделке в слой 0-7 см на 9,3 %, в слой 7-14 см – на 18,5 %, обменного калия соответственно на 20,4 % и 15,1 %. При равномерном распределении соломы в слое 0-21 см содержание подвижного фосфора и обменного калия было на уровне лучших вариантов.

Сосредоточение высокоуглеродистых растительных остатков на поверхности почвы и в верхнем 0-7 см слое приводит к снижению качества сева и созданию менее благоприятных условий для прорастания семян за счет ухудшения как физических свойств посевного слоя, так и ингибирующего действия продуктов минерализации. Количество всходов растений при таком размещении их, как правило, меньше, чем на вариантах с заделкой пожнивных остатков в более глубокие слои пахотного горизонта.

Заделка растительных остатков, а вместе с ними и семян сорных растений в поверхностный слой (на глубину близкую к оптимальной для прорастания семян сорняков) способствует созданию наилучших условий для развития сорных растений. Поэтому, поверхностное размещение растительных остатков и заделка их в верхнем посевном слое приводят к увеличению засоренности посевов однолетними и многолетними сорняками на 36,9-31,1 % по сравнению с более глубокой заделкой.

Результаты полевых опытов показывают, что в большинстве лет проведения исследований поверхностная заделка (в слое 0-7 см), при безотвальных обработках по фону дискового лущения, и сохранение растительных остатков на поверхности почвы при плоскорезной обработке, в условиях юго-востока ЦЧЗ приводят к снижению продуктивности возделываемых культур по сравнению с равномерным распределением их в 0-21 см слое почвы при вспашке плугом с культурными отвалами.

Сравнительная оценка различного построения обрабатываемого слоя по глубине заделки органического вещества показала, что различные культуры по-разному реагируют на формирование обрабатываемого слоя. Лучшее качество зерна озимой пшеницы по содержанию в нем азота формировалось при сосредоточении свежего органического вещества в поверхностных слоях почвы, тогда как более высококачественное зерно ячменя (по содержанию в нем азота, фосфора и калия) получается при равномерном распределении органического вещества по всему обрабатываемому (0-21 см) слою (табл. 6).

Особенности перераспределения солнечной радиации и гидротермических условий на различных элементах ландшафта (плато, склон северной и южной экспозиций) оказывают влияние на условия формирования и потребления факторов плодородия культурными растениями.

В условиях юго-востока ЦЧЗ на плато и склоне южной экспозиции более высококачественное зерно ячменя формировалось при равномерном распределении свежего органического вещества в обрабатываемом слое почвы (0-21 см), тогда как на склоне северной экспозиции высококачественное зерно формировалось при сосредоточении свежего органического вещества в поверхностном 0-7 см слое почвы (табл. 6).

Таблица 6 – Урожайность и содержание NРК в зерне озимой пшеницы и ячменя при различном распределении растительных остатков десятипольного зернопропашного севооборота в обрабатываемом слое почвы

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Распределение  растительных  остатков | Озимая пшеница | | | | Ячмень | | | |
| урожай-ность, т/га | N,  % | Р,  % | К,  % | урожайность, т/га | N,  % | Р,  % | К,  % |
| Заделка в слой 0-7 см (при систематической разноглубинной безотвальной обработке) | 2,92 | 2,19 | 0,59 | 0,57 | 1,91 | 1,68 | 0,40 | 0,57 |
| Равномерное распределение в слое 0-21 см (при систематической отвальной обработке почвы на глубину 20-22 см) | 2,98 | 2,13 | 0,61 | 0,62 | 2,28 | 1,83 | 0,42 | 0,57 |
| НСР05 | 0,14 |  |  |  | 0,11 |  |  |  |

Различные водно-физические и биологические условия на разных глубинах профиля обрабатываемого слоя определяют интенсивность и направленность микробиологических процессов трансформации органического вещества поступающего в почву. Определение содержания гумуса в корнеобитаемом слое почвы показало, что более благоприятные условия для рационального использования свежего органического вещества в виде разнообразных по качественному составу растительных остатков десятипольного зернопропашного севооборота создаются при заделке их в почву и равномерном распределении по всему обрабатываемому слою (0-21 см).

Сосредоточение растительных остатков в поверхностном слое приводит к обогащению органическим веществом (гумусом) этого слоя до 6,89 %, но снижению содержания гумуса в целом 0-40 см слое до 6,33 %, тогда как при равномерном распределении органического вещества пожнивных остатков в слое 0-21 см содержание гумуса в слое почвы 0-40 см составило 6,57 % (табл.7).

Таблица 7 – Содержание гумуса при различном распределении растительных остатков десятипольного зернопропашного севооборота в обрабатываемом слое почвы

(после двух ротаций),%

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Распределение растительных остатков | Слой почвы, см | |
| 0-10 | 0-40 |
| Заделка в слой почвы 0-7 см (при систематической разноглубинной безотвальной обработке) | 6,89 | 6,33 |
| Равномерное распределение в слое 0-21 см (при систематической отвальной обработке почвы на глубину 20-22 см) | 6,83 | 6,57 |

Результаты исследований длительных стационарных опытов, выполненных на равнинном элементе антропогенно созданного ландшафта (в совершенных адаптивно-ландшафтных условиях для ЦЧЗ), свидетельствуют, что конверсия пожнивных растительных остатков при заделке их в почву продуктивнее, оставленных на поверхности при безотвальных системах обработки почвы. Важность и значимость этого приема реутилизации органических остатков, при острейшем дефиците органических удобрений в деле воспроизводства плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур, беспрецедентна.

Основные выявленные закономерности в изменении факторов плодородия почвы в зависимости от распределения органического вещества в обрабатываемом слое имеют аналогичное проявление и на различных элементах ландшафта.

Приведенные результаты исследований позволяют сделать вывод, что система почва – растение на черноземе обыкновенном в условиях юго-востока ЦЧЗ наиболее продуктивна при заделке растительных остатков в слой почвы 0-21 см и 7-21 см, которая способствует более рациональному использованию органического вещества растительных остатков, воспроизводству плодородия почвы и снижению затрат на производство сельскохозяйственной продукции (табл.8).

Таблица 8 – Показатели качества зерна ячменя при различном распределении растительных остатков в обрабатываемом слое почвы на различных элементах ландшафта, %

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант опыта | Показатели качества | Распределение  растительных остатков | |
| Заделка в слой 0-7 см | Равномерное  распред. в слое 0-21 см |
| Плато | белок | 12,98 | 13,3 |
| N | 2,28 | 2,34 |
| P | 0,35 | 0,35 |
| K | 0,48 | 0,50 |
| Склон северной экспозиции | белок | 12,07 | 11,61 |
| N | 2,12 | 2,04 |
| P | 0,40 | 0,38 |
| K | 0,50 | 0,48 |
| Склон южной экспозиции | белок | 12,06 | 12,52 |
| N | 2,12 | 2,20 |
| P | 0,35 | 0,38 |
| K | 0,50 | 0,48 |

**3. Биохимические приемы повышения эффективности использования возобновляемых биоресурсов**

Разложение растительных остатков в почве происходит с разной интенсивностью, это зависит от их качественного состава и складывающихся условий жизнеобеспечения для почвенных микроорганизмов.

Исследованиями установлено, что за 2,5-4 месяца разлагается до 46 % соломы, в течение года до 80 %, остальная часть позднее. Для наиболее полного (40-50 %) разложения биомассы высокоуглеродистых остатков нужно, чтобы срок от их заделки в почву до высева сельскохозяйственных культур составил не менее 6-8 месяцев, низкоуглеродистых растительных остатков более быстро разлагаемых – меньше. При этом условии, уже в первый год последующими культурами может быть использовано до 15-20 % азота, 20-30 % фосфора, 25-40 % калия, содержащихся в растительных остатках предшествующей культуры.

Одним из наиболее распространенных способов ускорения разложения высокоуглеродистой биомассы остатков и «снятия» депрессирующего влияния ее внесения на процессы синтеза элементов минерального питания в почве является внесение компенсирующей дозы азотных удобрений или применение микробиологических препаратов, стимулирующих интенсивность разложения высокоуглеродистых соединений.

Опыты показали, что в зависимости от качественного состава используемых растительных остатков дозы внесения азота минеральных удобрений могут составлять от 5 до 15 кг на тонну соломы злаковых, 10-12 кг на тонну стеблей кукурузы. Расчет конечной дозы применения минеральных азотных удобрений корректируется на основе остающегося количества растительных остатков и их качественного состава. При корректировке доз по качественному составу исходят из расчета, что в среднем на 100 г органического вещества, имеющего 50 г углерода, микроорганизмы, участвующие в его разложении потребляют 2 г азота (Шевченко В.Е., Федотов В.А, 2000). Также установлено, что разложение соломы более благоприятно происходит при внесении аммонийной формы азота (аммиачной селитры, аммиачной воды), так как микроорганизмам ион аммония более доступен, чем нитратный.

Как показали результаты проведенных нами исследований, по поиску наиболее эффективных приемов использования соломы на удобрение, изучаемых по схеме:

1. Без соломы (контроль)
2. Солома 2,5 т/га
3. Солома+ам. селитра в сухом виде - гранулы 10 кг д.в. на 1 т соломы
4. Солома+ам. селитра в жидком виде - раствор 10 кг д.в.на 1 тсоломы
5. Солома+ гумат натрия (0,5 % раствор)
6. Солома+ гумат натрия (0,25 % раствор)+ам.селитра 5 кг д.в. на 1 т соломы
7. Солома+Тамир (1% раствор)
8. Солома +Тамир (0,5 % раствор)+ам. селитра 5 кг д.в. на 1 т соломы.

Азотные удобрения, применяемые для обработки соломы в виде раствора, более эффективны, чем в гранулированном виде. Через 60 дней после заделки соломы, обработанной раствором аммиачной селитры, ее остаток по сравнению с контролем был меньше на 15,4 %, через 90 – на 38,7 %, а через 120 дней – на 54,7 %. При внесении в почву, совместно с соломой, гранулированных удобрений в той же дозе интенсивность разложения была ниже, соответственно, на 14,4, 19,7 и 23,6 %. При применении раствора аммиачной селитры с биопрепаратом «тамир» в концентрации 0,5 %, разница увеличивается по сравнению с контролем до 22,7; 50,0; 52,3 %. При раздельном применении реагентов эти показатели несколько ниже, что говорит о синергизме совместного действия. Разложение контрольного льняного полотна также было существенно выше при внесении в почву дополнительных реагентов. Так, при обработке соломы раствором реагентов льняное полотно в почве за 60 дней разложилось на 21,1-31,9 %, в то время как без обработки – на 10,2 %. Продуцирование СО2 почвой наиболее высоким, в течение всего летнего периода, было на вариантах при совместном внесении раствора аммиачной селитры с гуматом натрия или «тамиром».

Результаты учета показали, что максимальное ингибирующее влияние на длину проростков редиса через 30 дней было на вариантах с применением гумата натрия и «тамира», а также в их сочетании с раствором аммиачной селитры. Это связано в тем, что данные реагенты способствовали ускоренному разложению соломы уже на начальной стадии и, соответственно, высвобождению токсических веществ, которые ко времени посева и вегетации следующей культуры могут быть нейтрализованы.

Определения токсичности почвы через 60 дней компостирования соломы по всем вариантам показали близкие результаты, но через 90 дней получены совершенно противоположные данные, по сравнению с первым определением.

Это объясняется тем, что основная масса соломы с применением реагентов разложилась в начальный период, а без реагентов и в сочетании с гранулированной аммиачной селитрой разложение и, соответственно, выделение токсических веществ продолжалось более длительное время.

Таким образом, в целях создания более эффективного использования высокоуглеродистых растительных остатков и благоприятных условий для формирования урожайности культуры, следующей за озимой пшеницей, солому, вносимую в почву после ее уборки, необходимо обрабатывать реагентами, стимулирующими разложение в летне-осенний период текущего года.

Повышенная интенсивность разложения соломы при внесении различных стимуляторов положительно отразилась на урожайности тест-культуры. Максимально высокий эффект получен при опрыскивании растительных остатков соломы озимых культур баковой смесью 0,25 % раствором гумата натрия и 5 кг д.в. азота аммиачной селитры, с нормой расхода рабочего раствора 60-80 литров на тонну высокоуглеродистых растительных остатков. Максимально высокий урожай зерна озимой пшеницы также получен при совместном внесении смеси раствора аммиачной селитры 5 кг д.в. азота с 0,5 % концентрацией в нем микробиологического препарата «тамир» – 6,04 т/га.

Для применения препаратов специальной техники и оборудования не требуется. Солома измельчается на отрезки 10-12 см и равномерно распределяется по полю. Затем проводится опрыскивание вышеприведенными растворами препаратов из расчета 60-80 литров на тонну растительных остатков любым опрыскивателем, возможно в сочетании с гербицидом. Данная работа осуществляется при температуре не ниже 15°С. Чем раньше (желательно в июле), проведена обработка соломы, тем выше эффект ее использования. Вслед за обработкой растительных остатков раствором реагентов необходимо провести обработку почвы дискаторами. Разрыв между опрыскиванием и обработкой почвы не допустим, так как на открытой поверхности при полном подсыхании раствора микроорганизмы частично погибают. В дальнейшем применяется традиционная технология использования пашни. Это обеспечивает более быстрое разложение высокоуглеродистых трудноразлагаемых растительных остатков в довегетационный период в последующем высеваемой культуры. При этом период повышенной токсичности почвы также проходит до вегетации последующей культуры.

За период от внесения препарата до посева весной следующей культуры происходит полная биодеградация соломистых остатков. Изучение разложения соломы с помощью электронной микроскопии показало, что кутикула пшеничной соломы после обработки препаратом повреждается, обнажается эпидермис, который является питательной средой для многих микроорганизмов.

Использование целлюлозолитических препаратов повышает деструкцию соломы озимой пшеницы, что способствует ее детоксикации, повышению продуктивности сельскохозяйственных культур и эффективного плодородия почвы.

Прием защищен патентом на изобретение № 2407726 «Способ использования послеуборочных остатков зерновых колосовых культур в качестве удобрения».