

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Брянский государственный аграрный университет»

**Агроэкологический институт**

**Кафедра общего земледелия, технологии производства,  
хранения и переработки продукции растениеводства**

**Научные основы биологического земледелия**

Учебное пособие  
для обучающихся в магистратуре  
по направлению подготовки  
35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение  
2-ое издание

**Брянская область**

**2016**

УДК 631.5(07)

ББК 41.4

М 48

Мельникова О.В. Научные основы биологического земледелия: учебное пособие для обучающихся в магистратуре по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение - Брянск: Издательство Брянский ГАУ, 2016. - 72 с.

Учебное пособие разработано в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение, магистерская программа Агроэкологическая оценка земель и воспроизводство плодородия почв

Рецензент: к.с.-х.н., доцент Силаев А.Л.

*Рекомендовано к изданию решением учебно-методической комиссии института экономики и агробизнеса, протокол № 1 от 29 августа 2016 года.*

© Брянский ГАУ, 2016  
© Мельникова О.В, 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ   | 4  |
| 1. СЕВОБОРОТЫ В УСЛОВИЯХ БИОЛОГИЗАЦИИ  | 5  |
| 2. СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ<br>БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ                     | 10 |
| 3. СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ В БИОЛОГИЧЕСКОМ<br>ЗЕМЛЕДЕЛИИ                                   | 19 |
| 3.1. Сидерация в биологическом земледелии  | 25 |
| 3.2. Солома как удобрение  | 29 |
| 3.3. Применение минеральных удобрений  | 34 |
| 3.4. Бактериальные удобрения в условиях биологизации<br>земледелия                   | 37 |
| 4. РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖ-<br>ДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ | 42 |
| 5. ПОСЕВ И ПОСАДКА   | 54 |
| 6. УХОД ЗА ПОСЕВАМИ  | 57 |
| 7. УБОРКА УРОЖАЯ   | 63 |
| ЛИТЕРАТУРА   | 65 |

## ВВЕДЕНИЕ

В результате интенсификации производства продукции растениеводства человечество достигло больших успехов в решении одной из важнейших проблем - продовольственной. Крупные достижения в этой области - характерная черта научно-технического прогресса второй половины XX века. Они выражаются в значительном, скачкообразном увеличении производства сельскохозяйственной продукции.

Однако, наряду с достижениями, интенсивное земледелие породило много проблем, прежде всего экологического характера. Решая проблему обеспечения человека продуктами питания, интенсивное земледелие сталкивается с вопросами их качества (Волков, Ториков, Мельникова, Малявко, 2012). Многие регионы мира в результате высокого уровня интенсификации растениеводства стали зонами экологического бедствия. Масштабы их влияния уже таковы, что возникает угроза экологического кризиса на глобальном уровне (Парахин, Лобков, Кружков, 2000).

Возникшие противоречия между сельским хозяйством и окружающей природной средой привели к необходимости перевода производства на качественно новый уровень, связанный с адаптацией к экологическим условиям территории (Ториков, Мельникова, 2001). Устойчивое развитие сельскохозяйственного производства на основе экологизации обеспечивается устойчивостью агроэкосистемы за счет расширенного воспроизводства почвенного плодородия, поддержания естественных процессов в природе и их активизации (Никитина, 2008).

В поиске решения этих проблем сформировалось новое альтернативное направление - биологизация земледелия, базирующаяся на активизации биологических процессов воспроизводства агроэкологических ресурсов (Саранин, 1994, 1996, Мальцев и др., 2002). Для формирования благоприятной экологической обстановки в агроэкосистемах требуются глубокие знания процессов и факторов, определяющих поведение средств химизации в системе «почва-растение», необходим агроэкологический мониторинг воздействия ксенобиотиков (тяжелых металлов, радионуклидов, остаточных количеств пестицидов и др.) на отдельные компоненты агроэкосистемы. Развитие направле-

ний биологизации земледелия позволит снизить антропогенную нагрузку на полевой агроценоз (Ториков, Мельникова, Мальцев, Шмаль, 2004). Особенно актуальным этот вопрос стоит для условий Брянской области, подвергшейся радиоактивному загрязнению в результате аварии на ЧАЭС (Белоус, Ториков, Мальцев, Мельникова, 2006). В связи с этим, изучение научных основ биологического земледелия является весьма актуальной задачей.

## **1. СЕВООБОРОТЫ В УСЛОВИЯХ БИОЛОГИЗАЦИИ**

В рамках ландшафтных систем земледелия севообороты должны быть максимально биологизированными, то есть они должны органически вписываться в эти системы и служить связующим звеном в системе почва-растение-климат-технологии возделывания сельскохозяйственных культур. При их разработке необходимо учесть действие всех основных законов земледелия и только в этом случае севообороты могут быть вписаны в замкнутый природный цикл и будут соблюдены принципы биологизации земледелия (Семыкин, Картамышев, Мальцев, Мельникова и др., 2009).

Севообороты в условиях биологизации земледелия должны решить следующие основные задачи:

- сохранение почвенного плодородия;
- обеспечение получения высоких урожаев без применения средств химизации или с ограниченным их использованием;
- создание возможности полного обеспечения отрасли животноводства высококачественными экологически чистыми кормами собственного производства;
- повышение устойчивости растений к вредным организмам;
- более полное использование метода биологического заглушения сорных растений сельскохозяйственными культурами;
- повышение устойчивости сельскохозяйственных культур стрессовым неблагоприятным условиям.

Исходя из принятой классификации севооборотов для решения перечисленных задач подходят все три типа севооборо-

тов: полевые, кормовые и специальные (картофельные, льняные и т.д.).

Примеры севооборотов:  
**Зернотравяные севообороты**

|   |                              |   |
|---|------------------------------|---|
| 1. Ячмень с подсевом многолетних трав С | 1. Овес с подсевом клевера С | 1. Однолетние травы                     |
| 2. Многолетние травы 1 года пользования | 2. Клевер 1 года пользования | 2. Озимая пшеница С,ПК                  |
| 3. Многолетние травы 2 года пользования | 3. Клевер 2 года пользования | 3. Ячмень с подсевом многолетних трав   |
| 4. Озимая рожь С,ПК                     | 4. Озимая пшеница С,ПК       | 4. Многолетние травы 1 года пользования |
| 5. Горох на семена С                    | 5. Люпин на семена С         | 5. Многолетние травы 2 года пользования |
| 6. Гречиха С                            | 6. Ячмень С,ПК               | 6. Озимая рожь С,ПК                     |
|   | 7. Просо С                   | 7. Овес С                               |

**Плодосменные (зернотравянопропашные) севообороты**

|   |  |   |
|---|--|---|
| 1. Люпин узколистный на семена С        | 1. Однолетние травы                      | 1. Многолетние травы 1 года пользования |
| 2. Озимая пшеница С,ПК                  | 2. Озимая пшеница С,ПК                   | 2. Многолетние травы 2 года пользования |
| 3. Кукуруза на силос                    | 3. Горох С                               | 3. Озимая рожь С,ПК                     |
| 4. Ячмень с подсевом многолетних трав С | 4. Овес с подсевом многолетних трав С,ПК | 4. Картофель                            |
| 5. Многолетние травы 1 года пользования | 5. Многолетние травы 1 года пользования  | 5. Рапс яровой на мас-лосемена С        |
| 6. Многолетние травы 2 года пользования | 6. Многолетние травы 2 года пользования  | 6. Гречиха С                            |
| 7. Озимая рожь С,ПК                     | 7. Озимая рожь С,ПК                      | 7. Ячмень с подсевом многолетних трав С |
| 8. Картофель                            | 8. Ячмень С,ПК                           |   |
| 9. Овес С                               |  |   |

## Травянопропашные севообороты

|  |  |   |
|--|--|---|
| 1. Многолетние травы<br>1 года пользования | 1. Однолетние травы<br>2. Озимая пшеница   | 1. Яровая пшеница с<br>подсевом многолетних<br>трав С |
| 2. Многолетние травы<br>2 года пользования | 3. Картофель                               | 2. Многолетние травы<br>1 года пользования            |
| 3. Многолетние травы<br>3 года пользования | 4. Овес с подсевом<br>многолетних трав С   | 3. Многолетние травы<br>2 года пользования            |
| 4. Озимая рожь С,ПК                        | 5. Многолетние травы<br>1 года пользования | 4. Озимая рожь С,ПК                                   |
| 5. Картофель                               | 6. Многолетние травы<br>2 года пользования | 5. Кукуруза на силос                                  |
| 6. Ячмень с подсевом<br>многолетних трав С | 7. Лен-долгунец                            | 6. Ячмень С,ПК  |
|  | 8. Ячмень С,ПК                             | 7. Однолетние травы                                   |

## Травопольные севообороты

|  |   |   |
|--|---|---|
| 1. Многолетние травы<br>1 года пользования           | 1. Однолетние травы<br>2. Ячмень с подсевом<br>многолетних трав С | 1. Однолетние травы с<br>подсевом многолетних<br>трав |
| 2. Многолетние травы<br>2 года пользования           | 3. Многолетние травы<br>1 года пользования                        | 2. Многолетние травы<br>1 года пользования            |
| 3. Многолетние травы<br>3 года пользования           | 4. Многолетние травы<br>2 года пользования                        | 3. Многолетние травы<br>2 года пользования            |
| 4. Просо С   | 5. Многолетние травы<br>3 года пользования                        | 4. Многолетние травы<br>3 года пользования            |
| 5. Однолетние травы                                  | 6. Озимая рожь С,ПК   | 5. Озимая рожь С,ПК                                   |
| 6. Озимая рожь с под-<br>севом многолетних<br>трав С |   | 6. Горох на семена С                                  |
|  |   | 7. Ячмень С,ПК  |

## Сидеральные севообороты

|                                      |   |   |
|--------------------------------------|---|---|
| 1. Люпин желтый на зеленое удобрение | 1. Картофель ранний                             | 1. Овес с подсевом многолетнего люпина С  |
| 2. Озимая пшеница С,ПК               | 2. Озимая рожь с подсевом многолетнего люпина С | 2. Многолетний люпин на зеленое удобрение |
| 3. Картофель                         | 3. Многолетний люпин на зеленое удобрение       | 3. Озимая рожь С,ПК                       |
| 4. Ячмень С,ПК                       | 4. Кукуруза на силос                            | 4. Рапс яровой на зеленое удобрение       |
| 5. Однолетние травы                  | 5. Ячмень с подсевом клевера С                  | 5. Кормовая свекла                        |
| 6. Озимая рожь С,ПК                  | 6. Клевер 1 года пользования                    | 6. Горох С                                |
|                                      |   | 7. Ячмень С,ПК                            |

Примечание: С – солома непосредственно на удобрение; ПК – промежуточная культура.

***В основе разработки севооборотов для условий биологизации земледелия должны лежать следующие принципы:***

- Максимальная реализация закономерностей плодосмена.
- Почти во все севообороты включаются травы (многолетние и однолетние).
- Доля бобовых культур в чистом виде и в смеси должна быть не менее 20-25 % с тем, чтобы достигнуть положительного баланса азота.
- Доля пропашных культур в севооборотах не должна превышать 15-20 % в связи с ускоренной минерализацией гумуса под ними.
- Использование чистых паров следует ограничить случаями, когда на полях севооборотов необходимо проведение агро-мелиоративных мероприятий, известкования и фосфоритования почвы.
- В рамках каждого севооборота следует использовать земельные массивы с одинаковым уровнем плодородия.
- На полях севооборотов в течение всего вегетационного периода должны произрастать культурные растения.
- Чередование сельскохозяйственных культур в севооборотах должно обеспечить возделывание промежуточных культур на зеленое удобрение.



- Чередование сельскохозяйственных культур должно способствовать максимальному подавлению сорной растительности методом биологического заглушения.

- Размещение культур в рамках севооборотов и вне их не должно способствовать распространению вредителей и болезней.

- Севообороты разных видов следует рассредоточить на территории в соответствии с требованиями ландшафтной системы земледелия.

- На склоновых землях от 3 до 5-8<sup>0</sup> должны размещаться севообороты с культурами сплошного посева (желательно преобладание растений со стержневой корневой системой), на склонах от 5-8<sup>0</sup> до 15 – лугопастбищные севообороты (например, 1 поле – однолетние травы с подсевом многолетних трав, 2-6 поля – многолетние травы разных лет пользования), а на склонах более 15<sup>0</sup> проводится облесение.

- Однолетние травы должны быть представлены многокомпонентными смесями (например, горох-пелюшка + овес + рапс яровой + подсолнечник), которые высеваются с высокими нормами (300-350 кг/га) и хорошо удобряются, что будет способствовать биологическому заглушению сорняков. В этом случае можно идти на сокращение посевов кукурузы на силос и кормовых корнеплодов.

Так, например, в условиях Нечерноземной зоны наиболее эффективными предшественниками, обеспечивающими повышение урожайности и качества зерна, являются однолетние и многолетние травы и их смеси с другими видами. При недостатке минеральных удобрений чистые пары создают благоприятные условия азотного и калийного питания.

В опытах В.Е. Торикова (1995) более высокая урожайность зерна озимой пшеницы и его качества получены по черному пару (табл. 1).

## 1. Влияние предшественников на урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы

| Предшественник           | сорт Заря         |             |                  |           | сорт Московская 70 |             |                     |           |
|--------------------------|-------------------|-------------|------------------|-----------|--------------------|-------------|---------------------|-----------|
|                          | Урожайность, ц/га | Натура, г/л | Сырая клейковина |           | Урожайность, ц/га  | Натура, г/л | Сырая клейковина, % |           |
|                          |                   |             | %                | ед. ИДК-1 |                    |             | %                   | ед. ИДК-1 |
| Кукуруза на зеленый корм | 42,4              | 731         | 25,8             | 57        | 47,3               | 740         | 27,0                | 72        |
| Горох на зерно           | 41,0              | 723         | 24,6             | 65        | 45,7               | 720         | 25,6                | 70        |
| Черный пар               | 52,5              | 770         | 29,0             | 45        | 59,6               | 762         | 28,8                | 50        |

Полевые опыты и опыты в производственных условиях показали, что наиболее благоприятный пищевой режим и условия увлажнения складываются при размещении озимой пшеницы по клеверному, сидеральному и вико-горохо-овсяному парам, а также люпину на зеленую массу. Качество зерна повышается при размещении посевов озимой пшеницы по кукурузе на силос, горохо-овсяной смеси, многолетним бобовым травам и гороху на зерно по сравнению с ячменем.

## 2. СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Важнейшие задачи по обработке почвы под сельскохозяйственные культуры при биологизации технологий возделывания следующие:

- максимальное снижение энергозатрат путем минимализации обработки почвы, главным образом, по двум направлениям; первое – замена вспашки под ряд культур севооборота на поверхностную обработку и второе – проведение под пропашные и некоторые другие культуры, требующие глубокой обработки, безотвального рыхления;

- снижение темпов минерализации гумуса в почве, которое может быть достигнуто по тем же направлениям, так как замена вспашки на поверхностную обработку и безотвальное рыхление устраняет чрезмерную рыхлость почвы;

– применение дополнительных агротехнических и биологических мер борьбы с сорняками, не допускающих заметного увеличения засоренности посевов сельскохозяйственных культур по сравнению с фоном традиционной отвальной обработки;

– увеличение в севооборотах доли сельскохозяйственных культур со стержневой корневой системой, которое будет способствовать биологическому разрыхлению почвы на глубину значительно большую, чем при механической обработке почвы;

– создание оптимальных условий для развития и жизнедеятельности в почве полезных животных (червей и др.) путем заделки в верхнюю часть пахотного слоя возможно максимального количества растительных остатков;

– повышение водоудерживающих свойств почвы, устранение эрозионных и дефляционных процессов;

– разработка ресурсосберегающих систем обработки почв под промежуточные культуры, в особенности, при использовании их на зеленое удобрение;

– уменьшение числа проходов почвообрабатывающих, посевных и иных агрегатов по полям, что позволит в значительной мере снизить локальное уплотнение почвы движителями энергонасыщенных средств и почвообрабатывающих машин;

– обеспечение для сельскохозяйственных культур оптимальных условий роста и развития во все фенологические фазы с тем, чтобы у них нормально развивалась корневая система, надземная вегетативная части и, в особенности, генеративные органы.

Традиционный прием основной обработки почвы – вспашка плугами с предплужниками и с оборотом пласта, как показали результаты исследований и производственный опыт, далеко не всегда дает положительные результаты в сравнении с безотвальным рыхлением и поверхностной обработкой (табл. 2).

## 2. Преимущества и недостатки вспашки

| Преимущества   | Недостатки   |
|--|--|
| <p>Хорошее заделывание в почву органических удобрений и пожнивных растительных остатков.</p> <p>Более интенсивная аэрация пахотного слоя, что способствует активизации микробиологической деятельности.</p> <p>Создание более обширной ризосферы.</p> <p>Устранение дифференциации пахотного слоя по плодородию.</p> <p>Более эффективная борьба с сорняками, в особенности, многолетними корневищными и корнеотпрысковыми.</p> <p>Наиболее результативная борьба с вредителями и болезнями.</p> | <p>Более высокие затраты материальных ресурсов и энергии.</p> <p>Усиление минерализации гумуса и снижение его содержания в почве.</p> <p>Слишком глубокая заделка органических удобрений.</p> <p>Нанесение вреда почвенным животным (засыпаются ногохвостки, снижается количество дождевых червей и т.д.).</p> <p>Постоянный ежегодный вынос на поверхность почвы семян сорняков.</p> <p>Повышение опасности глинизации, заплывания почвы, образования плужной подошвы.</p> <p>Образование разъемных борозд и свальных гребней ведет к дополнительным значительным затратам по выравниванию полей.</p> |

Однако отвергать вспашку полностью, по нашему мнению, нельзя. Неоспоримо доказано многочисленными исследованиями, что при продолжительном применении безотвального рыхления и поверхностной обработки отмечается заметная дифференциация пахотного слоя по плодородию, что уменьшает зону активной деятельности корневых систем сельскохозяйственных культур, а это нежелательно. Дифференциация пахотного слоя по плодородию проявляется через определенный промежуток времени (10-15 лет), связанный с ежегодным использованием приемов обработки почвы без оборота пласта.

Отсюда напрашивается вывод, имеющий большое практическое значение, что вспашку все же следует периодически применять – один раз в одну, две ротации севооборота в зависимости от числа полей. За этот период времени в нижней части пахотного слоя будет протекать также полезный процесс – по-

степенная потеря семенами сорняков всхожести и жизнеспособности. Это тоже очень важно, так как вынесенная наверх нижняя часть пахотного слоя при обороте пласта не так сильно будет засорена семенами и вегетативными органами размножения.

Нами был проведен ряд опытов по изучению влияния обработки почвы на урожайность с.-х. культур и качество продукции.

Плоскорезная обработка почвы на 30 см и поверхностное рыхление дисковыми орудиями на 8-10 см наиболее полно удовлетворяют требованиям, предъявляемым к обработке почвы под озимую пшеницу при условии своевременного и качественного проведения обработки почвы, а также при использовании эффективных гербицидов. После вспашки агрономически ценные агрегаты составляли 30-45% в слое почвы 0-30 см, после обработки стойками СибИМЭ — 45-50% и Параплау — 53-70% от содержания всех водопрочных агрегатов (Ториков, 1995).

Замена вспашки безотвальным рыхлением стойками СибИМЭ и Параплау на 28-30 см под картофель способствует некоторому снижению твердости почвы.

При мелкой обработке почвы, как в начале, так и по завершении ротации севооборота слой почвы 0-10 см отличался более благоприятными агрохимическими показателями, чем этот же слой при ежегодной вспашке. Происходит повышение рН, суммы поглощенных оснований, снижается гидролитическая кислотность, увеличивается содержание подвижного фосфора и калия. В биологических вариантах технологий возросло содержание гумуса на 0,10-0,17 %.

Исследования показали, что фрезерная обработка способствует лучшей разделке почвы, чем орудия с пассивными рабочими органами, обеспечивает более высокую степень крошения (94,6 %), увеличивает количество агрономически ценных агрегатов (70,6 %), не оказывает распыляющего действия на почву и не снижает водопрочность ее структуры (Косьянчук, 1999).

Обработка почвы под кукурузу стойками СибИМЭ и Параплау с заделкой органических удобрений приводят к более выравненной плотности сложения почвы и меньшим ее

колебаниям по слоям 0-10, 0-20, 0-30 см по сравнению с традиционной вспашкой.

Наибольшую урожайность обеспечивали технологии с рыхлением почвы стоками СибИМЭ (зеленая масса возрастала на 26-35 ц/га, сухая — на 9-11 ц/га по сравнению с контрольным вариантом).

При ежегодной безотвальной, в том числе и поверхностной обработке возможно в первые годы увеличение засоренности посевов. Однако это явление будет носить временный характер и касаться главным образом увеличения количества многолетних сорняков – пырея ползучего, осота полевого и др. Поэтому в переходный период от вспашки к безотвальной обработке необходимо предусмотреть применение на части площадей (25-30 %) высокоэффективных экологически безопасных гербицидов в период после уборки ряда предшественников. К числу таких гербицидов прежде всего следует отнести раундап и ураган.

О возможностях минимализации обработки серых лесных среднесуглинистых почв можно судить по результатам нашего многолетнего стационарного опыта. Полевой опыт проводится с 1983 года на почве с содержанием гумуса 3,53-3,85 %, которая имеет среднюю обеспеченность подвижным фосфором и обменным калием. Исследования выполняются в плодосменном севообороте с чередованием культур: горох на зерно - озимая пшеница – кукуруза на силос – ячмень – клевер на сено – озимая рожь – картофель – овес. По большинству культур сплошного посева получены близкие результаты исследований, изменения которых подчиняются общим закономерностям.

Данные многолетнего опыта свидетельствуют, что почва под ячмень в зависимости от способов основной обработки несколько изменяет свои агрофизические свойства. В вариантах с отвальной и плоскорезной обработках содержание водопрочных агрегатов очень близкое, в то время как при поверхностной обработке их количество в верхних слоях пахотного горизонта достоверно возрастает. Внесение органических удобрений под предшественник ячменя – кукурузу на силос способствует увеличению доли водопрочных агрегатов и, прежде всего, в слое 0-10 см на фоне всех приемов основной обработки (табл. 3).

## 2. Содержание водопрочных агрегатов в почве в конце вегетации ячменя, %

| Слой почвы, см | Технологии                             |                                 |                        |                                       |                                 |                        |
|----------------|--|---------------------------------|------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------|
|                | без последствия органических удобрений |                                 |                        | по последствию органических удобрений |                                 |                        |
|                | отвальная основная обработка           | плоскорезная основная обработка | дискование на 10-12 см | отвальная основная обработка          | плоскорезная основная обработка | дискование на 10-12 см |
| 0-10           | 65,6                                   | 66,1                            | 69,5                   | 66,4                                  | 64,8                            | 66,8                   |
| 10-20          | 61,1                                   | 60,7                            | 67,1                   | 61,6                                  | 64,7                            | 69,7                   |
| 20-30          | 60,2                                   | 60,3                            | 64,7                   | 59,1                                  | 59,9                            | 62,1                   |
| 30-40          | 51,9                                   | 51,1                            | 52,2                   | 53,3                                  | 59,6                            | 58,6                   |

Примечание: вспашка и плоскорезная обработка выполнялась на глубину 22-23 см сельскохозяйственными орудиями ПЛН-4-35 и ГУН-2, а дискование – тяжелыми дисковыми бородами БДТ-3.

С углублением в нижние слои пахотного горизонта оструктуренность почвы несколько снижалась, но не опускалась ниже удовлетворительного уровня.

В процессе вегетации ячменя также изменялись показатели плотности почвы (табл. 4).

## 4. Изменение плотности почвы в течение вегетации ячменя, г/см<sup>3</sup>

| Слой почвы, см | Технологии                             |                                 |                        |                                       |                                 |                        |
|----------------|--|---------------------------------|------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------|
|                | без последствия органических удобрений |                                 |                        | по последствию органических удобрений |                                 |                        |
|                | отвальная основная обработка           | плоскорезная основная обработка | дискование на 10-12 см | отвальная основная обработка          | плоскорезная основная обработка | дискование на 10-12 см |
| 0-10           | <u>1,18</u>                            | <u>1,15</u>                     | <u>1,28</u>            | <u>1,16</u>                           | <u>1,14</u>                     | <u>1,13</u>            |
|                | 1,30                                   | 1,27                            | 1,28                   | 1,32                                  | 1,30                            | 1,29                   |
| 10-20          | <u>1,29</u>                            | <u>1,21</u>                     | <u>1,30</u>            | <u>1,29</u>                           | <u>1,30</u>                     | <u>1,27</u>            |
|                | 1,30                                   | 1,30                            | 1,31                   | 1,33                                  | 1,33                            | 1,31                   |
| 20-30          | <u>1,29</u>                            | <u>1,30</u>                     | <u>1,35</u>            | <u>1,29</u>                           | <u>1,32</u>                     | <u>1,29</u>            |
|                | 1,34                                   | 1,34                            | 1,32                   | 1,34                                  | 1,35                            | 1,33                   |
| 30-40          | <u>1,34</u>                            | <u>1,30</u>                     | <u>1,35</u>            | <u>1,30</u>                           | <u>1,32</u>                     | <u>1,35</u>            |
|                | 1,34                                   | 1,36                            | 1,36                   | 1,34                                  | 1,37                            | 1,95                   |

Примечание: числитель – плотность почвы при посеве, знаменатель – плотность почвы в период уборки ячменя.

Прежде всего следует отметить разную плотность почвы в слое 0-10 см в начале вегетации в зависимости от способа основной обработки. Однако к концу вегетационного периода эти различия нивелируются. При хорошей оструктуренности почвы показатели плотности в течение всей вегетации близки к благоприятным для растений ячменя (колебания от 1,1 до 1,3 г/см<sup>3</sup>).

Изменение влажности в метровом слое почвы в течение вегетации ячменя также в заметной степени зависит от способов основной обработки почвы (табл. 5).

Плоскорезная обработка способствует большему поглощению и накоплению влаги в почве в сравнении с отвальной и поверхностной обработками. При вспашке происходит заплывание самого верхнего слоя почвы и при невыравненном рельефе сток воды в микропонижения. При поверхностной обработке снижается водопроницаемость пахотного слоя (слои 10-20 и 20-30 см), что также приводит к уменьшению накопления влаги. В целом влажность почвы была близкой к оптимальным значениям во время всей вегетации ячменя.

#### 5. Влияние технологий возделывания на влажность почвы, %

| Слой почвы, см | Технологии                               |                                 |                        |   |                                 |                        |
|----------------|--|---------------------------------|------------------------|---|---------------------------------|------------------------|
|                | без последействия органических удобрений |                                 |                        | по последействию органических удобрений |                                 |                        |
|                | отвальная основная обработка             | плоскорезная основная обработка | дискование на 10-12 см | отвальная основная обработка            | плоскорезная основная обработка | дискование на 10-12 см |
| 0-10           | <u>25,5</u><br>22,4                      | <u>26,7</u><br>27,7             | <u>25,5</u><br>25,0    | <u>25,8</u><br>25,8                     | <u>27,1</u><br>27,3             | <u>28,1</u><br>24,9    |
| 10-20          | <u>26,8</u><br>21,4                      | <u>26,7</u><br>26,8             | <u>24,9</u><br>24,8    | <u>26,8</u><br>25,1                     | <u>26,0</u><br>25,7             | <u>26,2</u><br>24,4    |
| 20-30          | <u>25,6</u><br>20,7                      | <u>28,4</u><br>26,7             | <u>23,8</u><br>23,4    | <u>25,7</u><br>22,8                     | <u>26,2</u><br>23,0             | <u>24,9</u><br>23,2    |
| 30-40          | <u>24,8</u><br>19,8                      | <u>26,9</u><br>26,9             | <u>23,9</u><br>20,8    | <u>28,8</u><br>22,1                     | <u>29,9</u><br>22,5             | <u>22,2</u><br>22,8    |
| 40-60          | <u>23,1</u><br>16,4                      | <u>26,3</u><br>22,3             | <u>22,7</u><br>19,7    | <u>22,5</u><br>19,9                     | <u>27,5</u><br>22,7             | <u>22,2</u><br>22,0    |
| 60-80          | <u>21,9</u><br>15,7                      | <u>22,5</u><br>20,6             | <u>23,5</u><br>20,3    | <u>22,4</u><br>17,5                     | <u>24,8</u><br>20,5             | <u>21,4</u><br>-       |
| 80-100         | <u>21,3</u><br>17,5                      | <u>20,1</u><br>19,2             | <u>20,7</u><br>18,6    | <u>21,1</u><br>18,1                     | <u>22,2</u><br>20,0             | <u>20,8</u><br>-       |

Примечание: числитель – влажность почвы в период посева ячменя, знаменатель – влажность почвы в период уборки ячменя.



Изменения в свойствах серой лесной почвы при разных способах основной обработки в определенной мере сказались на урожайности ячменя (табл. 6). Несколько выше получена урожайность ячменя Московский 2 на фоне плоскорезной обработки, а на других фонах эти различия незначительны. Выращивание ячменя на фонах без применения средств химизации дало более высокую урожайность в вариантах с дискованием на 10-12 см вместо глубоких основных обработок.

В целом, можно констатировать, что на серой лесной почве урожайность ячменя Московский 2 - 50-55 ц/га зерна можно с успехом получать на любом из изучаемых трех фонов основной обработки почвы при оптимальном сочетании с другими агротехническими средствами. Оптимальные показатели агрофизических свойств почвы при возделывании ячменя следующие: содержание водопрочных агрегатов – 61-67 %, объемная масса почвы – 1,1-1,3 г/см<sup>3</sup> и влажность почвы – 22-28 %.

#### 6. Урожайность ячменя в связи с технологиями возделывания, сорт Московский 2

| Технологии<br>(ведущие звенья)  | Фон основной обработки             |                                       |                           |
|---|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
|   | отвальная<br>основная<br>обработка | плоскорезная<br>основная<br>обработка | дискование<br>на 10-12 см |
| Традиционная 1<br>(NPK + зеленое удобрение + солома в последствии + средства защиты растений)   | 47,4                               | 49,5                                  | 47,6                      |
| Традиционная 2<br>(NPK + навоз в последствии + средства химической защиты растений)   | 48,4                               | 50,3                                  | 50,5                      |
| Умеренная<br>(NPK умеренные нормы + навоз + зеленое удобрение + солома в последствии + средства химической защиты растений), применяемые умеренно | 54,3                               | 53,3                                  | 53,1                      |
| Биологическая<br>(навоз + зеленое удобрение + солома в последствии)   | 38,8                               | 37,6                                  | 40,4                      |

В том же многолетнем стационарном опыте реакция овса на способы основной обработки почвы была несколько иной (табл. 7). Отмечены сортовые различия в этой реакции. Овес Астор положительно реагировал на поверхностную обработку

почвы лишь на фонах с высоким уровнем питания. При биологической технологии возделывания урожайность зерна овса составила 37,6-40,4 ц/га, что существенно ниже, чем при традиционной технологии. Однако эти показатели урожайности зерна достаточно высокие для условий биологизации земледелия. Данный факт можно объяснить активизацией деятельности почвенной микрофлоры на биологических вариантах и повышением биологической активности почвы в целом (Мельникова, 2009).

Сорт Скакун во все годы исследований положительно отзывался на поверхностную обработку на всех вариантах технологий. Плоскорезная обработка почвы также по эффективности почти на всех фонах использования средств химизации превосходила традиционную вспашку.

#### 7. Действие приемов основной обработки на урожайность зерна овса

| Сорт и приемы основной обработки почвы | Фоны питания и защиты                                    |                               |  |   |
|--|--|-------------------------------|--|---|
|  | NPK<br>+ зеленое<br>удобрение<br>+ солома<br>+ пестициды | NPK +<br>навоз +<br>пестициды | NPK + навоз<br>+ зеленое<br>удобрение<br>+ солома<br>+ пестициды | навоз<br>+ зеленое<br>удобрение<br>+ солома |
| Астор                                  |  |                               |  |   |
| Отвальная                              | 34,0   | 36,8                          | 48,6   | 39,2  |
| Плоскорезная                           | 38,8   | 39,2                          | 48,3   | 39,8  |
| Поверхностная                          | 39,8   | 40,3                          | 46,2   | 36,8  |
| Скакун                                 |  |                               |  |   |
| Отвальная                              | 36,6   | 38,7                          | 42,8   | 37,7  |
| Плоскорезная                           | 38,0   | 37,9                          | 42,5   | 37,5  |
| Поверхностная                          | 40,1   | 41,4                          | 43,7   | 38,2  |

С целью изучения возможности замены вспашки мелкими обработками в 1981-1985 гг. проводились исследования в звене севооборота: картофель — ячмень — озимая рожь. Опыты показали, что на окультуренных серых лесных легкосуглинистых почвах мелкая обработка обеспечила прибавку урожая клубней картофеля 9 ц (4,0%), зерна ячменя — 1,9 ц (5,9%) по сравнению со вспашкой на 20-22 см. Урожайность озимой ржи при дисковании на 10-12 см под все культуры севооборота снизилась на 2,4 ц (7,9%). Производственная проверка способов обработки

почвы в ОПХ «Брянское» показала, что при мелкой обработке на глубину 10-12 см урожайность картофеля составила 179 ц или на 23 ц выше, чем по вспашке, ячменя соответственно — 38 ц и 3,8 ц/га, а озимой ржи 33 ц или на 2,9 ц ниже в сравнении со вспашкой (Косьянчук, 1999).

### **3. СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ В БИОЛОГИЧЕСКОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ**

Принципиальным отличием системы удобрения в условиях биологизации земледелия от традиционных является - уделение первостепенного значения органическим удобрениям во всех возможных формах: навоз, компосты, зеленое удобрение, солома, сапрпель и другие органические материалы.

Гюнтер Кант в монографии «Зеленое удобрение» подчеркивает: «При растениеводстве на промышленной основе биологические принципы во взаимодействии с физическими и химическими играют существенную роль в восстановлении почвенного плодородия и поэтому их необходимо исследовать, учитывать и использовать..., в век техники и химии... экономически выгодно работать не вопреки природе, а в согласии с нею».

Согласно почвенным обследованиям и расчетам по балансу гумуса, выполненными Всероссийским НИИ органических удобрений и торфа, в Нечерноземной зоне России, в последние 2-3 десятилетия содержание гумуса в почвах ежегодно снижается и дефицит его в целом по стране составляет 0,19 т/га пашни. Только при возделывании сидеральных культур на 5 млн. га можно запахивать в почву 100-125 млн. тонн биомассы, что эквивалентно 50 млн. тонн подстилочного навоза или 7 % необходимого количества удобрений. Дефицит гумуса при этом уменьшится до 0,02 т/га.

Использование органических удобрений это прием многоплановый, многостороннего воздействия на почву, растения и окружающую среду. В связи с этим в зависимости от назначения органического удобрения его следует использовать в разных формах, что в целом определяет его воздействие на структуру почвы, повышение в ней содержания гумуса и питательных веществ, фитосанитарное воздействие и т.д.

В настоящее время в России в связи с уменьшающимися объемами использования традиционных органических удобрений (сокращение поголовья сельскохозяйственных животных) значительно возрастает роль сидератов и соломы. Однако их значение не следует переоценивать, так как зеленые удобрения и солома не являются по содержанию питательных веществ уравновешенными удобрениями и их использование необходимо дополнять применением навоза, компостов и других удобрительных средств. При использовании зеленых удобрений и соломы в почве может заметно возрасти содержание гумуса (С), происходит биологическое разрыхление почвы и в целом улучшаются агрофизические свойства почвы. Сидераты в решающей степени положительно воздействуют на фитосанитарные условия в почве.

В условиях биологизации навоз на основе подстилочных материалов необходимо использовать с соблюдением правил:

- вносить в оптимальные сроки (весной, летом только под промежуточные культуры, которые поглощают много питательных веществ);
- при использовании навоза необходима точная дозировка;
- лучше ежегодное внесение невысоких норм навоза и регулярное его разбрасывание на больших площадях;
- оптимально тонкослойное внесение навоза в холодную погоду (можно избежать газообразных потерь);
- заделка навоза в почву вслед за внесением;
- размещение навоза на такой глубине в почве, на которой процесс разложения будет проходить при доступе воздуха;
- внесение только перепревшего навоза.

Приготовление и хранение компостов – основа культурного биологического земледелия. Компосты выполняют важную задачу – они создают соответствующий порядок. Растительные и животные вещества, которые выпадают из хозяйственного круговорота, собираются, перемешиваются, укладываются в определенном месте и после соответствующего созревания они стимулируют новую жизнь. Материалы для компостирования могут быть различными, значительно различающиеся по своему

химическому составу (табл. 8). Есть материалы, которые содержат больше углерода (С) и материалы со значительным количеством азота (N). Слишком высокое содержание азота обуславливает преждевременное высвобождение части питательных веществ, а слишком большое количество углерода замедляет разложение. При использовании опилок, соломы и листвы, где содержание углерода выше, чем азота, рекомендуется подмешивать свежий органический материал. Оптимальным для компостирования является соотношение С : N как 25 : 1.

#### 8. Соотношение С/N в органических материалах для компостирования

| Материалы               | Соотношение С/N |
|-------------------------|-----------------|
| Соломистый свежий навоз | 35 : 1          |
| Коровяк                 | 15 : 1          |
| Моча животных           | 0,8 : 1         |
| Торф (сфагновый)        | 50 : 1          |
| Листва смешанная        | 50 : 1          |
| Скошенная трава         | 12 : 1          |
| Солома смешанная        | 100 : 1         |
| пшеничная               | 125 : 1         |
| ржаная                  | 65 : 1          |
| бобовая                 | 15 : 1          |
| Картофельная ботва      | 25 : 1          |
| Пищевые отходы          | 23 : 1          |
| Древесная стружка       | 300 : 1         |
| Древесные опилки        | 300 : 1         |
| Сапрпель                | 6 : 1           |
| Садовая почва           | 10-15 : 1       |

Разные виды органических удобрений (навоза и компостов) по своему химическому составу заметно различаются. В них различное соотношение С : N, но чаще всего укладывающиеся в интервале 25 : 1. Они также различаются по скорости действия и фитосанитарной характеристике. В связи с последним запрещается использование фекальных компостов под культуры, идущие непосредственно на питание. В условиях биологии

зации неприменимы компосты из бытовых отходов (высокое содержание свинца и цинка) и отходы сточных вод.

Следовательно, имеется большое количество разнообразных материалов как для непосредственного внесения в почву, так и для компостирования. При оптимальном компостировании для получения удобрительных средств высокого качества необходимо наличие следующих факторов:

- хорошая аэрация материала;
- оптимальная влажность;
- оптимальный разнообразный состав компонентов;
- благоприятное соотношение углерода к азоту;
- достаточная температура воздуха в начале процесса компостирования.

При использовании органических удобрений очень важно выбрать технологию. Расчеты показывают, что когда они приготавливаются и применяются по схеме: солома или торф на ферме – приготовление компостов – транспортировка их на поля – внесение навозоразбрасывателями, то на 1 кг органических удобрений расходуется 0,4 МДж. При норме внесения навоза или компоста 60 т/га затраты энергии составят 24 тыс. МДж, что равно энергозатратам на выращивание 1 га зерновых культур по интенсивной технологии. Однако это не значит, что применение органических удобрений следует уменьшить, а надо совершенствовать технологии их использования. И такой путь имеется, когда органические удобрения готовятся непосредственно на поле в виде сидератов и соломы в сочетании с традиционными навозом и компостом. В примере с экспериментальным севооборотом Брянской ГСХА можно видеть, что почти половину (по сухому веществу больше) органических удобрений можно производить на поле (табл. 9). Это существенным образом снижает энергозатраты на возделывание сельскохозяйственных культур, под которые непосредственно применяются солома и зеленое удобрение.

## 9. Система применения органических удобрений в севообороте

| № п/п          | Культуры севооборота                            | Виды удобрений      |      |                   |      |           |      |
|----------------|---|---------------------|------|-------------------|------|-----------|------|
|                |   | навоз (ком-пост)    | т/га | зеленое удобрение | т/га | солома    | т/га |
| 1.             | Люпин узколистный на семена (скороспелые сорта) | -                   | -    | -                 | -    | овсяная   | 7,0  |
| 2.             | Озимая пшеница                                  | -                   | -    | -                 | -    | люпина    | 4,0  |
| 3.             | Кукуруза на силос                               | навоз п/перепревший | 40   | озимая рожь       | 16   | пшеничная | 7,0  |
| 4.             | Ячмень яровой                                   | -                   | -    | -                 | -    | -         | -    |
| 5.             | Клевер (посев после уборки ячменя)              | -                   | -    | -                 | -    | ячменная  | 6,0  |
| 6.             | Гречиха (скороспелые сорта)                     | -                   | -    | -                 | -    | -         | -    |
| 7.             | Озимая рожь                                     | -                   | -    | -                 | -    | гречишная | 4,0  |
| 8.             | Картофель                                       | навоз п/перепревший | 50   | озимая рожь       | 10   | ржаная    | 7,0  |
| 9.             | Овес  | -                   | -    | -                 | -    | -         | -    |
| Внесено, всего |   |                     | 90   |                   | 26   |           | 28   |
| На 1 га пашни  |   |                     | 10   |                   | 3    |           | 3    |

В многолетнем стационарном опыте установлено высокое положительное воздействие комплексного использования навоза, зеленого удобрения и соломы на плодородие серой лесной почвы. В опыте с овсом в рамках плодосменного севооборота содержание гумуса в почве за 13 лет повысилось 0,11-0,34%, заметно улучшился ее питательный режим, так как увеличилось содержание азотистых веществ, подвижного фосфора и обменного калия (табл. 10).

10. Изменение содержания гумуса и питательных веществ в серой лесной почве под овсом с 1983 по 1996 гг (Мальцев и др, 2002).

| Варианты технологий  | Гумус, % |      | Азот, мг/кг |      | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/100 г |      | K <sub>2</sub> O, мг/100 г |      |
|--|----------|------|-------------|------|--|------|----------------------------|------|
|  | 1983     | 1996 | 1983        | 1996 | 1983                                     | 1996 | 1983                       | 1996 |
| (НРК) <sub>93</sub> + микроэлементы + зеленое удобрение + солома + пестициды                   | 3,96     | 4,07 | 13,0        | 33,9 | 14,3                                     | 37,2 | 13,1                       | 21,2 |
| (НРК) <sub>82</sub> + навоз + микроэлементы + пестициды  | 3,98     | 4,21 | 15,0        | 43,6 | 15,8                                     | 40,0 | 14,8                       | 20,7 |
| (НРК) <sub>61</sub> + навоз + зеленое удобрение + солома + пестициды (умеренное использование) | 4,07     | 4,41 | 15,0        | 46,8 | 16,1                                     | 30,0 | 15,3                       | 19,6 |
| Навоз + зеленое удобрение + солома   | 3,86     | 4,19 | 15,5        | 15,1 | 14,8                                     | 30,0 | 11,5                       | 22,9 |

Примечание: органические удобрения в последствии при использовании под кукурузу на силос и картофель.

Это позволило заметно повысить урожайность всех культур плодосменного севооборота. Даже в вариантах без использования средств химизации урожайность находится на достаточно высоком уровне: озимая пшеница – 30-35, озимая рожь – 40-43, ячмень – 30-32 и овес 38-40 ц/га зерна. Пропашные культуры также имели высокую урожайность: картофель – 250-280 ц/га клубней и кукуруза – 550-600 ц/га зеленой массы.

При такой технологии использования органических удобрений навоз можно применять в жидком виде не опасаясь загрязнения окружающей среды. Азот, содержащийся в жидком навозе, почти наполовину представлен в аммиачной форме и после внесения в почву большей частью преобразовывается в азот нитратный. Последний чрезвычайно подвижен и подвержен вымыванию. Технологическая схема использования органических удобрений (солома и сидерат в поле + транспортировка жидкого навоза или навозной жижи с их немедленной заделкой в почву) в условиях биологизации земледелия наиболее приемлема, так как позволяет резко снизить материальные и энергетические затраты и в экологическом отношении не угрожает загрязнению среды.



### 3.1. Сидерация в биологическом земледелии

В последние годы научные учреждения Нечерноземной зоны России рекомендуют большой набор сидератов для использования в самостоятельных и промежуточных посевах: из бобовых – многолетний и однолетний люпин, сераделлу, донник, озимую (мохнатую) и яровую (посевную) вику, горох, пелюшку, клевер, эспарцет и сою; из мятликовых – озимую рожь, райграс однолетний и многолетний; из капустных – горчицу, озимый и яровой рапс, озимую сурепицу, перко, масличную редьку и другие культуры. Размещение посевов этих культур определяется агроклиматическими и почвенными условиями областей и республик Нечерноземной зоны. Особое внимание также следует обратить на семеноводство, так как стоимость семян нередко составляет главную статью расходов при возделывании культур на зеленое удобрение. В этом отношении мелкосемянные виды многолетнего люпина выгоднее однолетнего. Значительный интерес представляют и мелкосемянные капустные культуры с коэффициентом размножения 1 : 50 и даже 1 : 100. Хозяйству достаточно иметь 1-2 га семенников капустных культур, чтобы обеспечить 50-100 га посевов пожнивных культур собственными семенами.

Эффективность зеленого удобрения определяется, прежде всего, прибавкой урожая удобряемой культуры, под которую непосредственно вносится сидерат, а также затратами на его выращивание. Успех зеленого удобрения в промежуточных посевах определяется также и способностью растений за относительно короткий период накопить достаточное количество биологической массы (надземной массы и корней в пахотном слое) на почвах с относительно невысоким плодородием, обеспечить стабильные урожаи по годам.

Продуктивность звена севооборота «яровая культура — картофель» при замене ячменя на райграс и смеси райграса с сераделлой и редькой масличной повышается на 33-40%. При возделывании ячменя на зерно эффективно промежуточное выращивание узколистного люпина на сидерацию. В этом варианте отмечено увеличение уровня урожайности картофеля и повышения продуктивности звена севооборота, соответственно с

209 до 341 ц/га и с 126 до 170 ц к.е. Несколько ниже эффект получен от многолетнего люпина: уровень урожая клубней картофеля 303 ц/га и продуктивность севооборота 158 ц к.е. При возделывании желтого люпина на корм после ячменя промежуточно в среднем за три года получен урожай картофеля 256 ц/га, однако в один год из трех по желтому люпину на корм получен более низкий урожай картофеля, а в два года более высокий. При возделывании узколистного люпина на сидерат наблюдалось значительное и устойчивое по годам превышение урожайности картофеля по сравнению с возделыванием желтого люпина на корм (табл. 11)

### 11. Урожайность картофеля в зависимости от видов органических удобрений

| № варианта | Предшественник   | Норма<br>навоза,<br>т/га | Среднее |              | Урожай в ц к.е.<br>+/- к контролю | В % к контролю |
|------------|--|--------------------------|---------|--------------|-----------------------------------|----------------|
|            |  |                          | ц/га    | ц к.е с 1 га |                                   |                |
| 1          | Ячмень на зерно (контроль)                                     | 30                       | 209     | 62,7         | -                                 | 100            |
| 2          | Ячмень на зерно + люпин узколистный на сидерацию промежуточно  | -                        | 341     | 102,0        | +39,3                             | 163            |
| 3          | Ячмень на зерно + люпин многолетний на сидерацию промежуточно  | -                        | 303     | 90,9         | +28,2                             | 145            |
| 4          | Ячмень на зерно + люпин желтый на корм промежуточно            | -                        | 256     | 76,8         | +14,1                             | 122            |
| 5          | Ячмень на зерно + райграс однолетний промежуточно на сидерацию | -                        | 339     | 102,0        | +39,3                             | 162            |
| 6          | Ячмень на зерно + райграс пастбищный на сидерат промежуточно   | -                        | 339     | 102,0        | +39,3                             | 162            |
| 7          | Райграс однолетний на корм, отава на удобрение                 | -                        | 358     | 107,0        | +44,3                             | 171            |
| 8          | Райграс + сераделла на корм, отава на удобрение                | -                        | 355     | 107,0        | +44,3                             | 170            |
| 9          | Райграс + редька масличная на корм, отава на удобрение         | -                        | 310     | 93,0         | +30,3                             | 148            |

На основании исследований и расчетов установлено, что из бобовых культур для промежуточной сидерации наиболее пригодны однолетний горький люпин, многолетний люпин, а на почвах с реакцией среды близкой к нейтральной – донник белый. Формы озимой ржи кормового направления характеризуются интенсивным развитием, неприхотливостью к условиям произрастания и высокой устойчивостью урожаев. Из капустных культур согласно комплексу показателей выделяется редька масличная, из трав – райграс однолетний и пастбищный.

Овес и ячмень в опытах сильно поражались в отдельные годы корончатой и желтой ржавчинами в связи с чем накопление надземной массы и удобрительное их действие оказалось невысоким. Донник белый и многолетний люпин при посеве пожнивно формировали, как правило, низкий урожай зеленой массы (60-65 ц/га) и в подсевах при недостатке влаги в мае-июне сильно изреживались. Зернобобовые (горох посевной, пелюшка и вика) характеризуются низким коэффициентом размножения семян, что не позволяет их считать в экономическом плане пригодными для использования на зеленое удобрение.

Важнейший показатель качества органических удобрений отношение углерода к азоту (С : N) и общее содержание азота. Практически во всех культурах на сидерат соотношение С : N находится на уровне оптимального соотношения 1 : 25, зеленая масса бобовых культур отличается повышенным содержанием азота, все они имеют высокую степень разложения органического вещества в почве и обеспечивают достоверные прибавки урожайности ячменя.

Исключительно большое значение как сидеральная культура имеет многолетний люпин, так как у него высокий коэффициент размножения семян и они вызревают вплоть до Архангельска. Однако возделывать многолетний люпин в условиях Нечерноземной зоны можно как подсевающую под озимую рожь или овес. Срок подсева при этом имеет решающее значение.

Многолетнему люпину, как сидеральной культуре всегда уделялось самое пристальное внимание. В 1931 году в газете «Социалистическое земледелие» Д.Н. Прянишников пишет: «Люпин, «волчий боб», является удивительным растением, способным хорошо развиваться на очень бедных песчаных почвах;

и если в этой «бочке меда» есть злостная «ложка дегтя», мешающая использовать люпин на корм (мы разумеем не только горький вкус, но и возможность вредных последствий для животных), то ничто не мешает использовать эту богатую азотом массу как навоз, и в этом отношении люпин стоит вне конкуренции».

В настоящее время в России функционирует Всероссийский НИИ люпина в Брянской области, где имеются серьезные успехи по выведению сортов однолетнего люпина наиболее пригодного для использования на зеленое удобрение. Но преимущество все же остается за многолетним люпином, которого в расчете на 1 га нужно высевать значительно меньше (в 3-4 раза) и к тому же его семена вызревают даже в северной части Нечерноземной зоны.

Зеленое удобрение оказывает многостороннее положительное влияние на свойства почвы. Ранее уже отмечалось его воздействие на оптимизацию некоторых агрофизических свойств: общей порозности, аэрации и плотности. Сидераты также положительно влияют на структуру почвы и ее влажность. Особенно высоко действие корневой системы сидератов промежуточных посевов в виде подсевных, пожнивных и озимых культур. В исследованиях, выполненных на экспериментальной базе «Устье» БелНИИ земледелия и кормов, дважды запахиваемая в первом звене севооборота растительная масса многолетнего люпина увеличивает количество водопрочных агрегатов по сравнению с контролем весной на 26 %, а осенью – на 11 %. При добавлении к люпину навоза (30 т/га) их количество еще более возрастает, соответственно на 62 и 69%. Под влиянием сидерата увеличивалось не только общее количество водопрочных агрегатов, но и число агрономически ценных частиц размером 1 мм (Довбан, 1990). Мощно развитая корневая система, особенно бобовых сидератов, пронизывая подпахотные горизонты до глубины 1,5-2,0 м, выполняет так называемый вертикальный биологический дренаж. По отмершим корням сидератов образуются ходы для проникновения вглубь корневых систем основных культур и, кроме того, биологический дренаж улучшает водопроницаемость пахотного и подпахотных горизонтов. Улучшение водопроницаемости подпахотных горизон-

тов особенно важно, так как обычные орудия обработки их не затрагивают. Однако сидерация может иссушать почву, что необходимо учитывать в регионах с недостатком влаги и запахивать зеленую массу не позднее чем за 25-30 дней до посева озимых культур.

Зеленые удобрения существенно влияют на биологические свойства почвы. При запахке растений в почве усиленно развиваются разные группы микроорганизмов. Зеленая масса является энергетической пищей для бактерий, актиномицетов и грибов (Мельникова, 2009).

### **3.2. Солома как удобрение**

До самого последнего времени человек почти всегда был вынужден в соответствии со способом уборки зерновых культур убирать с поля вместе с зерном также и солому. При этом давно научились ценить солому как материал для подстилки и кормления сельскохозяйственных животных. Однако на уборку незерновой части урожая требуются очень большие затраты, к тому же затягиваются сроки проведения зяблевой вспашки и снижается ее качество. Вопрос использования соломы в качестве непосредственного удобрения привлекал внимание агрохимиков и агрономов давно. Еще английский химик Г. Дейви указывал на возможность запахивать неперегнившую солому с целью удобрения. А.Тэер, наоборот, отрицательно относился к этому, считая, что непосредственное внесение соломы в почву снизит урожайность последующих культур (цит. по Г. Кольбе, Г. Штумпе, 1972). В начале XX века интерес к использованию соломы для удобрений снова возрос и более точные опыты в этом направлении начали проводиться на Западе в 30<sup>е</sup>-40<sup>е</sup> годы и продолжены после второй мировой войны.

Результаты этих исследований и многих других авторов способствовали дальнейшему расширению знаний и возможности обоснованно высказываться по вопросу использования соломы в качестве удобрения. Разносторонность комплекса вопросов требует, однако, дальнейшей экспериментальной работы для выяснения и решения еще неясных проблем, особенно в отношении сохранения и повышения почвенного плодородия. Осо-

бое значение приобретают здесь заложенные в ряде мест длительные опыты по удобрению соломой.

В результате внесения органического вещества в почву в ней происходят процессы, приводящие к морфологическим и химическим изменениям исходного материала. Эти процессы в основном осуществляются микроорганизмами, использующими органический материал, механически подготовленный мезо- и макрофауной в качестве источника пищи и энергии. Бактериальное преобразование веществ затрагивает, прежде всего, простые углеводы, а поэтому в остатках происходит относительное увеличение содержания целлюлозы и лигнина. Однако, при усиленном размножении целлюлозоразлагающих бактерий затем разрушается и целлюлоза. Грибные микроорганизмы воздействуют на лигнин, становящийся доступным для них после разрушения клетчатки. На ход и скорость разложения влияют, во-первых, внешние условия среды, в которой обитают почвенные микроорганизмы (влажность, температура, pH, содержание кислорода и питательных веществ), и, во-вторых состав разлагаемых веществ. Химический состав соломы зерновых культур характеризуется высоким содержанием безазотистых соединений (целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина) и, напротив, довольно низким содержанием азота и минеральных солей. Отсюда создается относительно широкое соотношение C/N.

Внесение соломы в почву в качестве удобрения всегда стимулирует жизнедеятельность микрофлоры почвы, потому что внесенный материал представляет собой доступный источник углерода. Однако сравнительно большое потребление азота целлюлозоразлагающими бактериями может очень быстро приостановить разложение соломы. Чтобы разложение продолжалось необходим дополнительный источник азота. Он может быть представлен высоким содержанием его в почве или внесением азотных промышленных удобрений. Азотные удобрения в ряде случаев можно заменить зелеными удобрениями или навозом.

Хатчинсон и Ричардс (1961) первыми поняли значение имеющихся количеств доступного азота для разложения органического вещества. Они сформулировали понятие об азотном факторе, обозначив им количество неорганического азота в граммах, которое органически связывается на каждые 100 грам-

мов разлагаемого материала. Для соломы эта цифра в среднем составляет 0,8. Добавление минерального азота в таком количестве сужает относительно широкое соотношение C/N в соломе приблизительно до 20-30 : 1 и обеспечивает тем самым беспрепятственный процесс разложения. Соотношение C/N в различных видах соломы колеблется 91 : 1 у рапса до 360 : 1 у озимой пшеницы.

Важным также является отношение C/P. Рядом исследователей установлено, что при соотношении C/P, равном 150-200:1, еще возможно беспрепятственное разложение соломы. При содержании в разлагаемом материале 0,2-0,3% фосфора можно не опасаться его биологического связывания.

Процесс разложения соломы, оставленной лежать на поле, сразу после уборки протекает таким образом, что через 3 месяца водорастворимая доля органического вещества распадается на половину. В меньшей степени разлагаются вещества, растворимые в эфире и целлюлоза. Лигнин разлагается очень слабо.

На ход разложения соломы сильное влияние оказывают свойства почв: агрофизические (аэрация, скважность, объемная масса), агрохимические (содержание гумуса, азота, подвижного фосфора, pH, гидролитическая кислотность) и биологические (состав почвенной микрофлоры, ферментативная активность и т.д.).

Способы использования соломы на удобрение могут быть различными, но во всех случаях применяется измельченная солома. Поэтому уборочные средства (комбайны) оборудуются роторными измельчителями (ПУН-4, ПУН-6), обеспечивающими соломенную резку размером не более 3-5 см и ее равномерное распределение по полю).

Основные способы применения соломы следующие:

- соломенное покрытие (солому в измельченном виде оставляют лежать на поле и заделывают только поздней осенью или весной; данный способ необходимо сочетать с подсевом культуры на зеленое удобрение);

- мульчирование (оно заключается в покрытии почвы органическим материалом с его поверхностной заделкой дисковой бороной или фрезерными орудиями);

- запахивание (солома непосредственно после уборки зерновых культур запахивается плугом без предплужников в более

глубокие слои почвы);

- сжигание (имеет распространение в Великобритании, что регламентируется законодательством, которое ограничивает палы на открытых полях).

Оставление на поверхности почвы соломенного покрытия и создание мульчированного слоя имеют большое значение не только для удобрения, но и как средство предотвращающее в какой-то степени развитие эрозионных процессов в условиях Нечерноземной зоны при освоении почвозащитных систем обработки почвы. Почвозащитная обработка предполагает покрытие не менее 30-40 % поверхности почвы послеуборочными остатками.

Мульчирование, как способ применения соломы на удобрение на склоновых землях, имеет также свое противоэрозионное значение. Смыв почвы снижается в 8 и более раз, отмечается снижение потерь почвы и поверхностного стока.

Измельченная солома при мульчировании находится в посевном слое и разлагается в непосредственной близости от семян или в контакте с ними. При разложении соломы образуются продукты, которые отрицательно могут действовать на прорастающие семена. Такими продуктами являются фенольные кислоты. Экстракты, приготовленные на холодной воде из пшеничной соломы, перегнивавшей в течение разного времени (до 6 недель), угнетали рост пшеницы и овса, росших в антисептических условиях. Степень угнетения зависела от продолжительности перепревания и была наибольшей, когда солома разлагалась в течение 2-6 дней; продолжительное хранение соломы или выветривание в поле пшеничной стерни уменьшают это угнетающее действие.

На основании исследований рекомендуется использовать под культуры солому растений других биологических групп и не применять под конкретную культуру ее же солому; совершенствование машин и орудий при биологизации земледелия необходимо осуществлять в направлении создания посевного слоя, в котором семена будут размещаться над остатками растений с целью предотвращения негативных последствий.

Анализ экспериментальных данных по удобрению соломой позволяет выделить ряд положений о целесообразности и



создании условий эффективного ее применения в качестве удобрения.

Путем непосредственного применения соломы на удобрение можно радикальным образом снизить материальные и трудовые затраты по сравнению с использованием по схеме скирдование – транспортировка к животноводческим помещениям – измельчение – использование на подстилку – транспортировка навоза в поле – внесение навоза.

Внесение соломы на удобрение необходимо сочетать с использованием компенсирующих доз минерального азота (от 7 до 12 кг д.в. на 1 т соломы), с применением жидких органических удобрений (жидкого навоза, навозной жижи и птичьего помета) или выращиванием зеленых удобрений на удобряемых соломой полях.

Сельскохозяйственные предприятия при такой системе будут располагать намного большими количествами органического вещества и питательных веществ (азота) для удобрения в сравнении с обычным использованием навоза.

При внесении в почву солома должна обязательно измельчаться, что будет способствовать равномерному ее распределению по поверхности поля и более качественной обработке почвы.

Часто высказываемые в связи с удобрением соломой сомнения относительно усиленного размножения и распространения сорняков, болезней и вредителей растений не имеют под собой почвы. То же самое относится и к действию физиологически активных веществ, содержащихся в соломе.

На основании результатов большого числа многолетних опытов можно констатировать, что удобрение соломой положительно влияет на содержание гумуса в почве. Результаты многочисленных проверок также дают основание считать, что питательные вещества, временно становящиеся недоступными растениям, в результате разложения соломы рано или поздно снова становятся доступными благодаря минерализации и снова могут положительно влиять на урожайность.

В зависимости от условий конкретного региона солому лучше всего неглубоко заделывать в почву дисковыми орудиями (БДТ-3, БДТ-7) непосредственно после уборки урожая или же оставлять на поверхности почвы в виде соломенного покрытия.

Лучше первый способ, так как солома в аэробных условиях быстрее разлагается вследствие достаточного содержания влаги в верхней части пахотного слоя.

В качестве наиболее подходящих последующих культур после удобрения соломой следует считать пропашные и бобовые растения. Из пропашных лучше других культур подходит для этих целей картофель. Удобрение соломой озимых зерновых проблематично, так как успех целиком зависит от количества осадков в предпосевной период.

### **3.3. Применение минеральных удобрений**

В условиях биологизации земледелия Нечерноземной зоны России нет необходимости полного отказа от использования промышленных минеральных туков. На наш взгляд, при их применении следует руководствоваться следующими основными положениями:

- применять минеральные удобрения в умеренных максимально используемых нормах, при определении которых следует пользоваться нормативами затрат в действующем веществе, установленных при проведении полевых опытов в Географической сети опытов с удобрениями и химическими средствами защиты;

- использовать минеральные туки по фонам максимального внесения органических удобрений во всех возможных формах на почвах с известкованием природными материалами в рамках плодосменных и других видов севооборотов;

- минеральные удобрения необходимо вносить локальным способом с целью повышения коэффициента использования питательных веществ, что предотвращает загрязнение окружающей среды путем вымывания;

- возделывать промежуточные кормовые и сидеральные культуры;

- использовать дробное применение минеральных удобрений (при посеве и в подкормки).

В Нечерноземной зоне России проведены тысячи полевых

опытов по изучению эффективности минеральных удобрений, в которых определены затраты их в расчете на 1 т получаемой продукции (зерна, клубней, зеленой массы и т.д.). Однако, как показывают исследования они на 25-30 % оказались завышенными вследствие относительно невысоких урожаев сельскохозяйственных культур в полевых экспериментах в системе Геоэсти опытов с удобрениями и химическими средствами защиты растений (табл. 15). Необходима их дальнейшая корректировка в связи с биологизацией земледелия.

В настоящее время существует более 100 методов расчета норм удобрений, которые часто базируются на использовании сильно варьирующих по величине показателей (коэффициенты использования питательных веществ из почвы, удобрений и т.д.). Еще известный ученый-агрохимик П.Г. Найдин (1961) писал, что самый точный и приемлемый метод расчета норм удобрений на основании результатов полевых опытов. Для таких расчетов имеется богатейший экспериментальный материал, полученный в разных работах и на различных типах почв Черноземья. Нормы рассчитываются достаточно точно и просто:

$$D_y = \frac{U_n \cdot N_p \cdot K_n}{A_k}, \text{ где}$$

$D_y$  – норма удобрений (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O в д.в.), кг/га;

$U_n$  – урожайность планируемая, т/га;

$N_p$  – нормативы затрат в д.в., кг/т;

$K_n$  – поправочный коэффициент в зависимости от обеспеченности почвы тем или иным элементом питания. При этом учитывается последствие вносимых органических удобрений.

Оценивая почвы по содержанию подвижного фосфора и обменного калия с целью оптимизации питания сельскохозяйственных культур, необходимо отметить разную реакцию последних на уровни обеспеченности почв элементами питания.

По нашему мнению, для расчета норм минеральных удобрений следует использовать в условиях биологизации следующие поправочные коэффициенты: при низкой обеспеченности почв элементами минерального питания – 1,0; средней – 0,75;

повышенной – 0,5 и при высокой – 0,25.

При определении норм внесения природных известковых материалов необходимо руководствоваться показателями актуальной ( $pH_{КС}$ ) и потенциальной (гидролитической  $H_r$ ) кислотности, а также реакцией полевых сельскохозяйственных культур на реакцию почвенного раствора.

Для повышения коэффициента использования минеральных туков очень важно качественно их внести, то есть равномерно в виде рядков или лент с заделкой в почву несколько глубже заделки семян. Такое расположение может обеспечить лишь локальный способ.

Известны разнообразные модификации этого способа. Они различаются назначением вносимого удобрения, сроком его применения и параметрами размещения в почве (формой и взаимным расположением очагов удобрений, ориентацией их относительно рядков растений). Удобрение, вносимое локально по назначению может быть основным, стартовым или подкормкой. Удобрения локально можно вносить до посева, одновременно с ним или после посева. Туки при локальном внесении могут размещаться в почве экраном (сплошным способом), непрерывными или пунктирными лентами, разрозненными гнездами и рядками. Нас, прежде всего, в условиях биологизации интересуют варианты внесения локально основного удобрения при посеве, как самые эффективные по коэффициенту использования питательных веществ и исключают дополнительные проходы агрегатов по полю.

Классическим примером одного из таких вариантов являются комбинированные зерновые сеялки. Система одновременного внесения туков под рядки растений и между ними позволяют увеличить урожайность, повысить качество зерна и эффективность удобрений. Кроме того, уменьшается опасность загрязнения среды вследствие увеличения коэффициента усвоения питательных веществ удобрений.

В настоящее время в различных регионах России выпускаются посевные комбинированные агрегаты «Топ-мастер» и «Конкорд 4012/2000», которые также позволяют применять основное удобрение при посеве. Производятся комбинированные зернотуковые сеялки СЗА-3,6А, СЗА-3,6А-10, СЗК-3,6 (АО «Бе-

лимксельмаш», Пензенская область), СЗМ-201 (АООТ «Ремзавод Ставропольский» Ставропольский край) для посева зерновых, зернобобовых и других сельскохозяйственных культур.

### **3.4. Бактериальные удобрения в условиях биологизации земледелия**

Основным бактериальным удобрением, нашедшим масштабное применение в растениеводстве России, является ризоторфин.

Ризоторфин представляет собой пылевидный порошок, в котором размножены высокоэффективные штаммы клубеньковых бактерий. Тонина помола торфа способствует лучшей прилипаемости к семенам бобовых культур. Масса гектарной порции независимо от объема высеваемых семян 200 г. По техническим условиям в 1 г препарата должно содержаться не менее 2,5 млрд. активных клубеньковых бактерий. Ризоторфин изготавливается для следующих бобовых культур: гороха, люпина, вики, кормовых бобов, сои, фасоли, сераделлы, клевера, люцерны и т.д. Его следует применять лишь под ту бобовую культуру, для которой он приготовлен, так как клубеньковые бактерии обладают отчетливо выраженной специфичностью. Хранится ризоторфин для люпина, сои, сераделлы при температуре 12-14 0С, для остальных бобовых культур при 3-5 0С в сухом, темном помещении отдельно от ядохимикатов. Срок годности препарата 6 месяцев.

Второй препарат, относящийся к бактериальным удобрениям, представлен ризобинном. Он представляет из себя сухой препарат клубеньковых бактерий (высушенная культура клубеньковых бактерий, смешанная с наполнителем). В зависимости от бобовой культуры ризобин выпускается: для медленно-растущих культур (люпин, соя) с содержанием клубеньковых бактерий 3 млрд., и для быстрорастущих – 5 млрд. на 1 г препарата (горох, вика, кормовые бобы, клевер, люцерна). Ризобинном опыливаются семена, на которых он хорошо удерживается. Срок хранения 6 месяцев. Ограниченный выпуск ризобина объясняется его высокой стоимостью.

На посевах других полевых культур, не входящих в се-

мейство бобовых, применим ризофил. Он может быть использован для обработки семян ряда технических культур. Изготавливается на основе азотобактера, который размножается на стерильном торфе. Препарат расфасовывается в полиэтиленовые пакеты по 500 г. Подготовка торфа и его стерилизация аналогичны подготовке субстрата для ризоторфина. Следует отметить невысокий титр препарата 100 тыс. бактерий в 1 г. Содержимое пакета рассчитано на 0,01 га. Препарат хранится в сухом темном помещении при температуре 15 °С. Срок хранения 6 месяцев. Ризофил не получил широкого распространения в растениеводстве ввиду его дороговизны, но поступает в различную торговлю и используется на овощных культурах.

Широко известным бактериальным удобрением для картофеля и других полевых культур является азотобактерин, который изготавливается на основе азотобактера. Одним из способов использования препарата является нанесение бактерий на посевной и осадочный материал.

Таким образом, число бактериальных препаратов для обработки семян полевых сельскохозяйственных культур крайне ограничено и они в основном предназначены для бобовых культур.

Эффективность бактериальных удобрений определяется целым рядом факторов: способами применения (БУ), реакцией почвенного раствора, уровнем азотного питания, обеспеченностью почвы микроэлементами и т.д.

В мировой практике возделывания бобовых культур инокуляция является общепризнанным приемом, однако условия, определяющие эффективность этого приема, изучены недостаточно. К числу таких условий следует отнести качество самого препарата, свойства штаммов клубеньковых и иных бактерий, способность их приживаться в почве, проникать в корни и осуществлять эффективный симбиоз. Очень важно при этом роль растения хозяина, условий его роста, корневого питания. Эффективность симбиоза также зависит от численности клубеньков, образованных штаммом бактериального удобрения. В свою очередь на их образование большое влияние оказывает количество внесенных в почву бактерий. При заражении корневой системы внесенный штамм составляет конкуренцию спонтанным

формам клубеньковых бактерий только в том случае, если он превосходит их по численности. Если же численность бактерий активного штамма ниже естественной популяции клубеньковых бактерий, то основная масса клубеньков будет образована спонтанными формами. Поэтому очень важно, для того, чтобы клубеньковые бактерии, вносимые в виде препаратов, могли выжить и конкурировать в почвенной среде с ее обитателями, необходимо их численность увеличить в сотни раз по сравнению с естественной популяцией.

Интересные результаты по влиянию разных штаммов клубеньковых бактерий на активность симбиотического потенциала (АСП) и урожайность козлятника восточного получены в Северо-западном районе Нечерноземной зоны. В опытах Санкт-Петербургского аграрного университета получены данные свидетельствующие о том, что увеличению АСП в первые два года жизни способствовала моноинокуляция семян штаммами как клубеньковых, так и ассоциативных ризобактерий. Так, в год посева наибольший АСП (18 г · сут./раст.) отмечен на варианте с применением ризоторфина (штамм 913), а из группы биопрепаратов комплексного действия достоверное увеличение АСП обеспечила инокуляция семян мобилином и соответственно, на 4,5 и 8,8 г · сут./раст. по сравнению с фоном без инокуляции ( $НСР_{0,95} = 0,98$ ).

На 3-й год жизни выявлено снижение влияния инокуляции семян на АСП растений. Исключения составляют только моноинокуляция семян мизорином и ризоторфином (штамм 914), проведение которых обеспечило АСП растений, в 1,8-2,5 раза больше, чем на фоне без инокуляции.

Интегральным показателем роста и развития растений, фотосинтетической продуктивности посева и работы симбиотического аппарата является величина урожая. Применение бактериальных препаратов увеличивало –урожайность сухой массы по сравнению с фоном без инокуляции в среднем за три года на 30-40 %. Самым высоким 7,8 т/га (в среднем за два года) сбор сухой массы был на варианте с совместной инокуляцией семян штаммами клубеньковых и ассоциативных ризобактерий (ризоторфин + мобилин), что обеспечило в 1,6-1,7 раза большую прибавку, чем их раздельное применение. Наибольшую урожай-

ность сухой массы за три года – 7,2 обеспечила инокуляция семян ризоторфином (штамм 918), что превышало урожайность по сравнению с фоном без инокуляции на 2,1 т/га ( $НСР_{05} = 0,62$ ).

На образование клубеньков большое значение оказывает температура, влажность и степень аэрации почвы. Клубеньковые бактерии являются влаголюбивыми организмами. Они начинают размножаться при влажности 16 % от полной влагоемкости. Интенсивный их рост происходит при температуре от 15 до 30<sup>0</sup>С, причем оптимум лежит в интервале 24-28<sup>0</sup>С.

Интенсивное образование клубеньков и фиксация атмосферного азота происходит в зоне определенной влажности, которая находится в пределах 60-70 % от полевой влагоемкости почвы. Бобовые культуры, относящиеся к разным видам имеют неодинаковый критический порог влажности. Одни могут образовывать клубеньки при минимальном содержании влаги в почве (эспарцет), а другие (люцерна) очень чувствительны к дефициту влаги. Развитию клубеньков на корнях растений, усиленной фиксации атмосферного азота способствует благоприятная аэрация. При плохой аэрации даже активные штаммы клубеньковых бактерий образуют мелкие клубеньки с низким содержанием леггемоглобина. Известно, что недостаток кислорода способствует образованию избытка перекиси водорода, которая подавляет жизнедеятельность клубеньковых бактерий. Это явление отмечается как в чистой культуре клубеньковых бактерий, так и в клубеньках.

Несмотря на высокое качество ризоторфина существуют большие сложности с его применением. Особенно большие потери клубеньковых бактерий отмечаются в условиях производства при обработке семян. Они достигают почти 50 % даже при соблюдении всех правил инокуляции. Равномерность распределения препарата по поверхности семян определяется тониной помола и временем перемешивания увлажненных семян с препаратом. Увеличение продолжительности перемешивания препарата с семенами так же, как и культуральной жидкости с торфом, в процессе изготовления ризоторфина, приводит к резкому снижению численности клубеньковых бактерий на семенах или в препарате. Предполагается, что эта гибель бактерий связана с механическим стрессом.



Гибель клубеньковых бактерий может происходить не только на стадии обработки. Значительная часть их теряется в связи с выносом оболочки семян семядолями на поверхность почвы.

Сильное влияние на эффективность клубеньковых бактерий оказывает реакция почвенной среды. Критическим порогом кислотности считается, когда численность клубеньковых бактерий значительно уменьшается, но они еще не полностью погибают. Для люцерны и клевера этот порог составляет рН 4,9, гороха и вики – 4,7, люпина – 3,2. Выявлены пределы оптимальной кислотности почвы, при которой происходит интенсивный процесс интенсификации. Так, в серии опытов на дерново-подзолистых супесчаных и суглинистых почвах прибавки урожая семян от инокуляции на люпине при снижении кислотности почвы уменьшались почти в 2 раза, а на горохе – возрастали в 2,5 раза. Эффективность инокуляции изменялась совершенно по-разному в зависимости от реакции этих культур в связи с их биологией.

Вопрос о применении целесообразности применения минерального азота под бобовые культуры является дискуссионным. Многие исследователи склонны считать, что бобовое растение не нуждается в минеральном азоте, а при эффективном симбиозе оно полностью удовлетворяет свои потребности для формирования урожая за счет фиксации азота атмосферы.

Однако, следует отметить, что бобово-ризобиальная система не всегда способна обеспечивать растения биологическим азотом для формирования высокого урожая. На почвах с низким уровнем плодородия предполагается внесение так называемых «стартовых» доз минерального азота  $N_{10-30}$  кг д.в./га (Москалева, Мельникова, 2011).

#### 4. РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

В практике мирового земледелия в последнее время широкое признание получил способ повышения продуктивности сельскохозяйственных культур путем искусственного регулирования роста и развития растений за счет изогенного воздействия на них, полученными промышленным способом физиологически активными веществами - регуляторами роста (Остапенко, 2003). Широкий спектр действия их на многие сельскохозяйственные культуры, способность повышать устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды (Мельникова, Торилов, Клименков, Симонов, 2009).

По мнению многих ученых, в ближайшем будущем регуляторы роста растений будут пользоваться на рынке не меньшим спросом, чем гербициды и минеральные удобрения, и основная прибавка урожайности зерновых в начавшемся столетии будет получена за счет применения физиологически активных веществ (Никелл, 1984). Современное биологическое земледелие допускает применение регуляторов роста, которые произведены на основе природных компонентов.

О положительном действии регуляторов роста на урожайность и качество сельскохозяйственных культур отмечается в работах Ларионова и др. (1984); Ягодина, Державина (1987), Ковалева (1992), Чекурова (1982) и многих других исследователей.

Характерной особенностью большинства химических регуляторов роста является избирательность их действия не только на различные виды, сорта, но и на различные органы и ткани растительного организма (Ковалев, 1992). Биологически активные вещества обладают способностью изменять узкоспецифические функции растений (Калинин, 1984).

Использование гуминовых регуляторов роста в сельском хозяйстве открыло широкие возможности увеличения урожайности зерновых, овощных и технических культур. Действие гуминовых веществ особенно эффективно в начальный период развития растений и в период наибольшего напряжения биохимических процессов, а также когда внешние условия произрас-

тания растений отклоняются от нормы: при засухе и заморозках, избытке азота в почве, в условиях засоленных почв и т.п. (Родэ и др., 1993).

Известно порядка 20 гуминовых препаратов, полученных из угля, торфа, ила, сапропеля, остатков хлопчатника и т.д. Сравнительная характеристика гуминовых препаратов, проведенная Д.С. Орловым, Г.В. Наумовым, А.Я. Аммосовым и др. (1993) показала, что они различаются по составу и свойствам.

Установлено, что предпосевная обработка семян яровой пшеницы препаратом Гумат К (из сапропеля) в сочетании с фунгицидом повышала эффективность химического протравителя. При этом поражение растений корневыми гнилями (*Helminthosporium*) и распространенность болезни снижалось в 4-6 раз (при 93-98% поражении растений в контроле). Применение гуматов положительно сказывалось на ростовых процессах растений и способствовало увеличению продуктивности пшеницы на 25-30%.

Обработка растений озимой пшеницы регуляторами роста совместно с химпрополкой не только ослабила вредное действие на растения пшеницы гербицидов, но и усилила фотосинтетические процессы, что увеличило накопление ассимилятов и отток их в формирующиеся зерновки. При применении всех испытуемых препаратов, особенно гуминовых соединений (гумата К (из сапропеля), гумата Na (из угля) и гумата Na (из торфа), у исследуемых сортов натура зерна, масса 1000 зерен и их стекловидность были выше, чем в контрольном варианте.

Совместное применение *Гумата К* (из сапропеля) с гербицидами, фунгицидами и инсектицидами приводило к снижению отрицательного влияния на растения агрохимикатов (пестицидов) к повышению иммунитета против болезней. Обработка семян озимой пшеницы гуматом К или баковой смесью (гумат К+крезацин), в значительной степени повышая содержание сахаров в листьях и выживаемость озимой пшеницы при перезимовке и снижая убыль к концу перезимовки, является одним из методов повышения морозостойкости озимой пшеницы (Шапалов, 2005).

В настоящее время наибольший интерес для сельского хозяйства, благодаря своей эффективности и в тоже время деше-

визне, представляет *«Гумат калия жидкий торфяной»*. Основное действующее вещество препарата — физиологически активные формы калиевых солей гуминовых кислот. Так же в состав препарата входят аминокислоты, углеводы, водорастворимые карбоновые кислоты (щавелевая, янтарная, яблочная, лимонная), элементы минерального питания (азот, фосфор, калий) и микроэлементы: железо, медь, цинк, марганец, бор, молибден (Ильин, 2004).

По данным Е.А. Ильина (2004) гуматы оказывают комплексное воздействие на почву улучшая ее физические, биологические и химические свойства. На тяжелых глинистых почвах гуматы способствуют взаимному отталкиванию глинистых частиц за счет удаления излишних солей и разрушения компактной трехмерной структуры глины. В результате почва становится более рыхлой, из нее легче испаряется излишняя влага, улучшается поступление воздуха, что облегчает дыхание и продвижение корней.

При внесении в легкие почвы, гуматы обволакивают и склеивают между собой минеральные частицы почвы, способствуя созданию ценной водопрочной частицы комковато-зернистой структуры, улучшающей водопроницаемую и вододерживающую способность почвы, ее воздухопроницаемость. По данным этого же автора гуматы повышают активность всех клеток растения. В результате этого возрастает энергия клетки, улучшаются физико-химические свойства протоплазмы, интенсифицируется обмен веществ, фотосинтез и дыхание растений. Гуматы являются неспецифическими активаторами иммунной системы. В результате обработки гуматами значительно повышается устойчивость растений к различным заболеваниям. Чрезвычайно эффективным является обработка семян растворами гуматов с целью профилактики семенных инфекций и особенно корневых гнилей, повышается их полевая всхожесть.

По данным ЦИНАО использование препарата «Гумат калия» оказало положительное влияние на улучшение структуры урожая озимой пшеницы сорта Московская 39 - на 38 шт/м<sup>2</sup> повысилось число колосьев, масса 1000 зерен увеличилась на 2,2 г. В результате этого урожайность увеличилась на 16,2%, по сравнению с контролем - 2,19 т/га.

Регуляторы роста в сочетании с азотными удобрениями положительно влияют на развитие растений, рост и полегаемость. Применение стимуляторов роста при обработке семян и перед колошением озимых увеличивают число колосьев на единицу площади, массу 1000 зерен и озерненность колоса, что в конечном итоге повышают урожайность и качество зерна озимой пшеницы (Чепец, 2003).

В Курском НИИ агропромышленного производства В.И. Лазарев, М.Н. Казначеев (2004) изучали эффективность *Силка* (природного стимулятора роста растений, изготовленного из хвои пихты) на посевах озимой пшеницы сорта Московская 39. Так, обработка семян Силком повышала содержание клейковины на 2 %, опрыскивание посевов в фазе кущения – на 2,4 %, а фазе выхода в трубку на 3,5 %. При двукратном использовании Силка (обработка семян + опрыскивание посевов в фазе кущения и выхода в трубку) содержание сырой клейковины повысилось на 4,2 и 5,0 % соответственно. Трехкратное применение препарата (обработка семян + опрыскивание посевов в фазах кущения и выхода в трубку) повышало содержание сырой клейковины на 5,9 %.

В последнее время во многих регионах Российской Федерации проведены исследования по применению на посевах зерновых культур высокоэффективного регулятора роста растений со свойствами фунгицида-антидота и комплексного удобрения – *Альбита* (Алехин, 2005; Бегунов, 2004,2005; Васецкая, 2004; Злотников 2004, 2005; Лазарев, 2004; Стрелков, 2005; Юсупов, 2005). В полевых опытах, проведенных ими, отмечена стимуляция роста растений зерновых культур от одного месяца до всего периода вегетации, период защитного действия альбита против болезни и засухи в среднем составляет от 15 дней до месяца с момента обработки в зависимости от культуры. Большинство зерновых культур дают прибавку урожая от 13 - 23 %. Следует отметить хорошо выраженный эффект альбита в зоне луговых и типичных черноземов и серых лесных почв, особенно в западной части их распространения.

Современная технология применения стимуляторов роста в том числе и альбита, диктует необходимость изучения и разработки совмещенного применения стимуляторов роста, удоб-

рений, гербицидов и фунгицидов при производстве пшеницы и получении зерна высокого качества. Продуктивность озимой пшеницы зависит от многих факторов и, прежде всего, от системы применения удобрений и стимуляторов роста и сортовых особенностей.

В условиях биологизации земледелия особенно важно применение природных регуляторов роста для предпосевной обработки семян, а затем посевов по вегетации. При подборе регуляторов роста для биологических технологий возделывания с.-х. культур, необходимо знать характеристику действующих веществ препаратов.

#### ***Характеристика природных регуляторов роста:***

***Гумат К*** - природный регулятор роста, произведенный на основе вытяжек из сапропеля, отличается экологической чистотой, хорошо растворим в воде, нетоксичен. Соли гуминовых кислот, содержащиеся в препарате, обладают физиологически активными свойствами, в малых дозах стимулируют рост и развитие растений. Кроме прямого влияния на растения гуминовые вещества оказывают и косвенное влияние, которое проявляется в улучшении водно-физических свойств почвы, активации жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, повышении коэффициента использования минеральных удобрений, уменьшении поступления в растения тяжелых металлов, радионуклидов, нитратов. В состав препарата дополнительно внесены микроэлементы - бор, кобальт, марганец, медь, молибден, цинк. Производится ЗАО «НТО Агрэкология».

***Гумистим*** – биологический препарат, который производится путем вытяжки гуматов из копролита (продукта жизнедеятельности калифорнийских червей). Гумистим содержит в растворенном виде: гумины, фульвокислоты, витамины, природные фитогормоны, макро – и микроэлементы в виде биодоступных органических соединений и споры полезных почвенных микроорганизмов. Производится в ООО «Женьшень» Унечского района Брянской области.

***Новосил*** – высокоэффективный биологический регулятор роста растений, произведенный из хвои пихты, действующим веществом является природный комплекс тритерпеновых кислот. Новосил обладает широким комплексом полезных свойств,

оказывая на растения росторегулирующее фунгицидное действие. Применение Новосила обеспечивает повышение устойчивости растений к различным заболеваниям. Воздействуя на растения биологически активным веществом, происходит повышение активности генов стрессоустойчивости растений. Препарат разработан Институтом цитологии и генетики совместно с Институтом органической химии СО РАН (г.Новосибирск).

**Силк** – относится к природным регуляторам роста, производимым на основе пихты сибирской. Оказывает росторегулирующее действие на растения, повышает устойчивость к болезням и стрессам. Применяется в качестве индуктора повышения комплексной устойчивости с.-х. культур к возбудителям болезней. Разработан Институтом цитологии и генетики совместно с Институтом органической химии СО РАН (г.Новосибирск).

**Альбит** - регулятор роста растений, биопрепарат для повышения урожая растений, защиты от болезней, засухи и стрессов. Действующие вещества препарата: поли-бета-гидроксимасляная кислота – 6,2 г/кг, калий азотнокислый – 91,2 г/кг, калий фосфорнокислый двузамещенный – 91,1 г/кг, магний сернокислый – 29,8 г/кг, карбамид – 181,5 г/кг. Изготовитель: ООО НПФ «Альбит» г. Пушкино Московской области.

**Иммуноцитифит** – многоцелевой стимулятор защитных реакций растений. Создан на основе полиненасыщенных жирных кислот с высоким содержанием арахидоновой кислоты, которая является действующим веществом препарата. Иммуноцитифит активизирует рост и развитие растений, повышает устойчивость растений к болезням и стрессам. Разработан в Институте биохимии им. А.Н. Баха.

В условиях многолетнего стационарного опытного поля **Брянской госсельхозакадемии** (аттестат длительного опыта № 030 от 17.12. 2001 г.) изучали действие биологических регуляторов роста на посевах озимой пшеницы сорта Московская 39. Почва опытного поля - серая лесная среднесуглинистая, хорошо окультуренная, содержание гумуса (по Тюрину) 3,38 - 3,62 %, рН<sub>кел</sub> 5,7 - 5,9; гидролитическая кислотность (Нг) 2,63 - 2,86; сумма поглощенных оснований (S) – 16,3 мг/экв на 100 г почвы, степень насыщенности почвы основаниями (V) высокая (85,5%), обеспеченность подвижными формами фосфора высокая - 22,0 –

31,9 мг/100 г почвы, обменным калием обеспеченность средняя – 11,6 – 24,7 мг/100 г почвы.

В.Е. Ториковым, О.В. Мельниковой и Д.А. Симоновым (2009) были проведены исследования по изучению влияния регуляторов роста на начальный рост растений озимой пшеницы. Испытывались различные концентрации водных растворов гумистима, а также препараты: силк, иммуноцитифит, янтарная и борная кислоты.

В лабораторных условиях был проведен опыт по изучению влияния гумистима на всхожесть и энергию прорастания семян озимой пшеницы (табл.19). Семена озимой пшеницы замачивали в течение 6-ти часов в водных растворах гумистима при разбавлении 1:5, 1:1, а затем рулонным методом проращивали. В качестве контроля использовали воду для замачивания семян. Предпосевную обработку семян гумистимом при разбавлениях 1:1, 1:5, 1:10 проводили непосредственно перед посевом семян в увлажненный прокаленный песок (контроль - посев сухими семенами). Результаты лабораторного опыта показали, что замачивание семян озимой пшеницы в растворе гумистима способствовало увеличению всхожести и энергии прорастания семян озимой пшеницы. Отмечался рост длины и биомассы проростков, по сравнению в контролем, соответственно на 2,7-4,1 см и 2,2-7,8 г/100 проростков. Наиболее оптимальной концентрацией характеризовался раствор гумистима 1:1. Предпосевная обработка семян препаратом гумистим в соотношении 1:5 повышала всхожесть на 2,4%, а энергию прорастания семян – на 10%. На этом варианте наблюдалась наибольшая длина проростков. Масса 100 ростков составила 37,1 г, тогда как на контроле 22,3 г.



## 12. Влияние гумистима на всхожесть и энергию прорастания семян озимой пшеницы

| Варианты                                     | Всхожесть, % | Энергия прорастания, % | Масса 100 проростков, г | Длина проростков, см |
|--|--------------|------------------------|-------------------------|----------------------|
| Семена замочены в воде на 6 часов (контроль) | 97,5         | 79,9                   | 22,3                    | 10,8±0,8             |
| Семена замочены на 6 часов в растворе 1:5    | 97,0         | 82,3                   | 24,5                    | 13,5±0,8             |
| Семена замочены на 6 часов в растворе 1:1    | 98,3         | 82,6                   | 30,1                    | 14,9±0,9             |
| Предпосевная обработка семян раствором 1:1   | 99,1         | 85,1                   | 26,4                    | 13,4±0,8             |
| Предпосевная обработка семян раствором 1:5   | 99,9         | 89,9                   | 37,1                    | 16,2±1,1             |
| Предпосевная обработка семян раствором 1:10  | 99,3         | 89,1                   | 32,2                    | 14,6±0,9             |
| Посев сухими семенами                        | 96,0         | 77,6                   | 21,0                    | 9,9±0,6              |

Лабораторный опыт по изучению действия стимуляторов роста на высоту растений озимой пшеницы показал, что наибольший показатель был отмечен в варианте с применением гумистима для предпосевной обработки семян (табл. 12). В качестве субстрата для проращивания семян использовали прокаленный речной песок.

Гумистим способствовал увеличению высоты растений на 7,5 см, в то время как янтарная, борная кислота, иммуноцитопит и силк, соответственно, на 1,7 см, 5,3; 4,2 и 4,2 см (табл.13).

### 13. Действие регуляторов роста и микроэлементов на высоту растений озимой пшеницы

| Варианты         | Высота растений, см | Средний прирост (+), см |
|------------------|---------------------|-------------------------|
| Вода (контроль)  | 23,8 ± 1,34         | -                       |
| Гумистим         | 31,3 ± 1,27         | + 7,5                   |
| Силк             | 28,0 ± 1,21         | + 4,2                   |
| Иммуноцитифит    | 28,0 ± 1,21         | + 4,2                   |
| Борная кислота   | 29,1 ± 1,20         | + 5,3                   |
| Янтарная кислота | 25,5 ± 1,25         | + 1,7                   |

В научной литературе также имеются данные о положительном действии регуляторов роста на начальные физиологические процессы, происходящие в семенах зерновых культур. По данным Керееровой, Губашиевой (2004) в системе предпосевной обработки семян озимой пшеницы физиологически активные вещества положительно сказывались на дружности появления всходов, ускоренный начальный рост и развитие растений, что в конечном итоге способствовали формированию более продуктивных колосьев, увеличению урожайности зерна и его качества.

В полевом опыте было изучено действие регуляторов роста гумистима (12 л/га) при обработке посевов озимой пшеницы сорта Московская 39 на разных вариантах минерального питания. Обработку посевов проводили в фазу кущения.

Применение регуляторов роста способствовало повышению урожайности зерна озимой пшеницы по сравнению с вариантами без обработки (табл. 14). Достоверная прибавка (3,3 ц/га) урожая зерна от применения регулятора роста отмечена в варианте 3.

При обработке посевов озимой пшеницы препаратом гумистим листовой аппарат, особенно флаговые листья, были более здоровыми, процесс фотосинтеза проходил дольше. Нами было отмечено, что гумистим оказывает влияние не только на формирование урожая зерна озимой пшеницы, но и на его качество (табл. 15).

14. Влияние обработки посевов озимой пшеницы гумистимом на урожайность зерна, 2004-2006 гг.

| Варианты опыта<br>(фактор В - дозы N<br>на фоне P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> ) |                  | Урожайность зерна, ц/га |         |         | Средн.<br>за 3 года | +/- к кон-<br>тролю (без<br>обработки) |
|--|------------------|-------------------------|---------|---------|---------------------|--|
|  |                  | 2004 г.                 | 2005 г. | 2006 г. |                     |  |
| Обработка посевов гумистимом - 12 л/га<br>(фактор А – применение регулятора роста) |                  |                         |         |         |                     |  |
| 1.   | N <sub>120</sub> | 40,0                    | 36,5    | 54,9    | 43,8                | +2,0                                   |
| 2.   | N <sub>90</sub>  | 36,4                    | 35,8    | 49,3    | 40,5                | +2,2                                   |
| 3.   | N <sub>60</sub>  | 31,7                    | 35,0    | 44,1    | 36,9                | +3,3                                   |
| 4.   | Без NPK          | 25,3                    | 30,6    | 30,3    | 28,7                | +2,5                                   |
| Без обработки посевов гумистимом   |                  |                         |         |         |                     |  |
| 1.   | N <sub>120</sub> | 37,8                    | 34,5    | 53,0    | 41,8                | -                                      |
| 2.   | N <sub>90</sub>  | 33,7                    | 34,0    | 47,3    | 38,3                | -                                      |
| 3.   | N <sub>60</sub>  | 28,5                    | 29,8    | 42,4    | 33,6                | -                                      |
| 4.   | Без NPK          | 23,4                    | 26,4    | 28,7    | 26,2                | -                                      |
| НСП <sub>05</sub> (факт.А)   |                  |                         |         |         | 3,1                 |  |
| НСП <sub>05</sub> (факт.В)   |                  |                         |         |         | 4,4                 |  |

Накопление белка и сырой клейковины в зерне озимой пшеницы было наибольшим на вариантах с высоким уровнем азотного питания. В тоже время, при обработке посевов препаратом гумистим в зерне озимой пшеницы накапливалось до 28,6% сырой клейковины. Сырая клейковина в зерне сорта Московская 39, выращенного на всех вариантах опыта, отвечала требованиям для I группы качества, что является ценным генетическим признаком этого сорта.

15. Влияние гумистима на содержание белка и сырой клейковины в зерне озимой пшеницы Московская 39

| Варианты опыта                   |  | Белок, %. | Сырая<br>клейко-<br>вина % | Качество<br>клейковины,<br>ед.пр. ИДК | Группа<br>качества |
|----------------------------------|--|-----------|----------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| регулятор<br>роста<br>(фактор А) | дозы N на<br>фоне P <sub>90</sub> K <sub>120</sub><br>(фактор В) |           |                            |                                       |                    |
| Гумистим                         | N <sub>120</sub>   | 13,6      | 28,6                       | 70                                    | I                  |
|                                  | N <sub>90</sub>  | 12,9      | 27,1                       | 70                                    | I                  |
|                                  | N <sub>60</sub>  | 11,6      | 24,4                       | 70                                    | I                  |
|                                  | Без NPK  | 10,8      | 22,7                       | 70                                    | I                  |
| Без<br>обработки                 | N <sub>120</sub>   | 13,3      | 27,9                       | 70                                    | I                  |
|                                  | N <sub>90</sub>  | 12,8      | 26,9                       | 70                                    | I                  |
|                                  | N <sub>60</sub>  | 11,2      | 23,5                       | 70                                    | I                  |
|                                  | Без NPK  | 10,3      | 21,6                       | 70                                    | I                  |

В полевом опыте также испытывали природный регулятор роста - Альбит на посевах озимой пшеницы. Изучали действие различных видов минеральных удобрений и регулятора альбит на урожайность и качество зерна озимой пшеницы сорта Московская 39. Регулятор роста альбит относится к биопрепаратам, предназначенным для повышения урожая растений, защиты от болезней, засухи и стрессов. Обработка альбитом была проведена в фазу начала колошения озимой пшеницы в дозе 60 мл/га.

Через 10 дней после обработки посевов альбитом определили содержание хлорофиллов *a* и *b* спектрофотометрическим методом (табл. 16). Сущность метода заключается в измерении оптической плотности спиртового экстракта пигментов на спектрофотометре *Genesys 10uv* при длинах волн, соответствующих максимумам поглощения хлорофилла *a* - 665 нм и хлорофилла *b* - 649 нм с последующим расчетом концентрации пигментов по уравнениям Вернона.

На основании анализа проведенных исследований можно сделать вывод, что накопление хлорофиллов *a* и *b* в значительной степени зависело от технологий возделывания озимой пшеницы сорта Московская 39 (Мельникова, Симонов, 2007).

#### 16. Влияние удобрений и альбита на накопление хлорофилла в листьях озимой пшеницы

| Варианты                                 | Содержание хлорофилла в спиртовой вытяжке, мг/мл |             |               | Содержание хлорофилла, мг/100г сырого вещества |
|--|--|-------------|---------------|--|
|  | хлорофилл а                                      | хлорофилл b | хлорофилл a+b |  |
| Без применения альбита                   |  |             |               |  |
| 1.(NPK) <sub>120</sub> +N <sub>30</sub>  | 8,89   | 3,45        | 12,34         | 0,31   |
| 2.(NPK) <sub>90</sub> +N <sub>30</sub>   | 8,44   | 3,28        | 11,72         | 0,29   |
| 3. (NPK) <sub>60</sub> +N <sub>30</sub>  | 7,77   | 2,90        | 10,67         | 0,27   |
| 4.Без NPK (контр.)                       | 6,78   | 2,55        | 9,33          | 0,23   |
| Опрыскивание посевов альбитом – 60 мл/га |  |             |               |  |
| 1.(NPK) <sub>120</sub> +N <sub>30</sub>  | 10,78  | 4,03        | 14,81         | 0,37   |
| 2.(NPK) <sub>90</sub> +N <sub>30</sub>   | 10,65  | 3,97        | 14,62         | 0,36   |
| 3.(NPK) <sub>60</sub> +N <sub>30</sub>   | 8,76   | 3,28        | 12,04         | 0,30   |
| 4.Без NPK (контр.)                       | 8,44   | 3,05        | 11,49         | 0,29   |

В среднем наибольшее содержание общего хлорофилла в листьях озимой пшеницы было в вариантах с интенсивной (вариант 1) и переходной к альтернативной технологиях (вариант 2) с использованием  $(NPK)_{120}+N_{30}$  и  $(NPK)_{90}+N_{30}$ . У растений, выращенных по биологическим технологиям (без NPK), содержание хлорофилла в листьях было ниже на 0,01-0,08 мг/100 г сырого вещества, по сравнению с технологиями, применяющими минеральное удобрение.

Использование во всех технологиях регулятора альбита в дозе 60 мл/га способствовало увеличению концентрации хлорофилла в листьях на 0,03-0,07 мг/100 г сырого вещества, по сравнению с одноименными технологиями без применения альбита.

Данные урожайности зерна озимой пшеницы, выращиваемой на разных технологиях, показывают на зависимость между количеством накопленных в листьях растений пластид и количеством запасяющих органических веществ, выраженных в величине урожая. Наибольшей урожайностью 44,8 ц/га и 46,9 ц/га отличались варианты технологий, с использованием  $(NPK)_{120}+N_{30}$  и  $(NPK)_{90}+N_{30}$ , которые способствовали накоплению наибольшего количества хлорофилла в листьях озимой пшеницы. В то время как на биологических технологиях урожайность зерна была меньше соответственно на 16,8 и 17,4 ц/га.

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что накопление хлорофилла в листьях в значительной степени зависит от технологий возделывания озимой пшеницы, опрыскивание посевов регулятором роста альбит (60 мл/га) способствует увеличению концентрации хлорофилла в листьях (Мельникова, 2010).

Изучение вопроса зависимости между продуктивностью растений и содержанием в их листьях пигментов ведутся на протяжении длительного времени. Любименко В.Н. (1935) указывал на прямую зависимость между количеством хлорофилла и энергией фотосинтеза. Андреевой Т.Ф. (1969) установлено, что синтез простейших первичных продуктов фотосинтеза приводит к образованию углеводов и белков, следовательно, то или иное количество хлорофилла и динамика его накопления могут оказывать влияние на формирование урожая. Отмечается зависимость между содержанием хлорофилла и интенсивностью фото-

синтеза при повышенных дозах минерального удобрения и отсутствии засухи. В целом следует отметить, что общее количество хлорофилла является одним из основных факторов, влияющих на интенсивность процесса фотосинтеза и в конечном итоге – на продуктивность растений.

Мельниковой О.В., Симоновым Д.А. (2007) установлено, что природный регулятор роста альбит оказывал существенное действие на усиление ростовых процессов в растениях, способствовал повышению урожайности зерна.

Однако, нами не было отмечено повышение показателей качества урожая при применении альбита. Наблюдался эффект «ростового разбавления». Так в вариантах с применением регулятора, по сравнению с вариантами без обработки посевов, отмечалась меньшая масса 1000 зерен и процент белка. Содержание сырой клейковины в зерне уменьшалось от 1,3 до 2,6% на вариантах при внесении в качестве основного удобрения азофоски и от 1,0 до 2,4% - при внесении борофоски. В целом зерно отвечало требованиям ГОСТа для ценной пшеницы. Качество клейковины зерна сорта Московская 39 на всех вариантах опыта находилось на уровне сильных пшениц.

## **5. ПОСЕВ И ПОСАДКА**

В условиях биологизации земледелия на качество семенного материала должно обращать первостепенное значение. В первую очередь решается вопрос о сортах. Применительно к зерновым культурам к сортам должны предъявляться требования: высокие технологические качества зерна; высокорослость (с показателем выше среднего), хорошая масса 1000 зерен, относительно не очень плотная густота стояния растений и повышенная устойчивость к болезням.

В процессе подготовки семенного материала к посеву (посадке) выполняются почти все мероприятия, характерные для традиционного земледелия: сортирование, калибрование, воздушно-тепловой обогрев, дражирование, инкрустирование семян и т.д. Однако протравливание как обязательный прием традиционного земледелия следует исключить, заменив его на другие экологически безопасные мероприятия.

В условиях биологизации земледелия для борьбы с вредными организмами сильно возрастает роль механической обработки почвы и научно-обоснованных севооборотов. Для подготовки семенного материала к посеву следует шире применять биологические препараты, регуляторы роста растений и иные средства, безопасные для окружающей среды. В настоящее время для обработки семян и посевов во время вегетации рекомендуется целый спектр регуляторов роста.

Интересные результаты в направлении использования биостимуляторов для подготовки семян к посеву получены в опытах Пермской государственной сельскохозяйственной академии имени Д.Н. Прянишникова. В частности, выявлены наиболее эффективные культуры – доноры для биостимуляции семян овса - озимая рожь, ячмень, овес и яровая пшеница. Обработка семян экстрактом из озимой ржи или ячменя ежегодно обеспечивала достоверное увеличение урожайности на 2,4-2,7 ц/га (10-11 %) по сравнению с урожайностью контроля (24, 6 ц/га) и на 2,0-2,3 ц/га (8-9 %) по отношению к урожайности варианта, где семена увлажнялись водой. Предпосевная обработка семян экстрактом озимой ржи совместно с инкрустацией не имела преимуществ по урожайности перед отдельными обработками. Обработка семян и растений симбионтом 1 способствовала росту урожайности, но не во все годы исследований получены достоверные прибавки урожая зерна. Для условий сельскохозяйственного производства рекомендован прием обработки семян экстрактом из проростков озимой ржи с нормой расхода 50 л/т семян.

В Брянской ГСХА было изучено влияние обработки клубней картофеля биологическими препаратами. Обработка клубней биологическими препаратами (эмистим, никфан, симбионт) способствовала более дружному появлению всходов, число стеблей увеличивалось на 17,7-55,5%, число клубней — на 11,3-51,5%, прибавка урожая составила 8,3-24 ц/га (2,9-8,3%), при этом улучшилось качество клубней картофеля: повышалось содержание сухого вещества, крахмала, витамина С. Наименьшее содержание нитратов (99 мг/кг) отмечено при обработке клубней симбионтом 3 (по сравнению с контролем содержание нитратов уменьшилось на 46 мг (31,7%).

Существенный интерес в условиях биологизации земледелия представляет изучение агроэкологических эффектов воздействия на семена растений электромагнитных полей разной модальности. Такая работа достаточно по обширной программе выполнена в Рязанской ГСХА имени П.А.Костычева (Левин, 2000) и Брянской ГСХА (Артюхов, 1995).

Предлагается производить подготовку семян к посеву сообразно природе, сымитировав экологические факторы, складывающиеся на момент прорастания семян в естественных условиях.

Для выживания вида растений в естественных условиях в результате эволюции был выработан ряд приспособительных механизмов. Главный из них — фитохромная система. Эта система позволяет виду реализовать свой биотический потенциал в сложнейших условиях воздействия экологических факторов.

Наиболее жестко на живые организмы воздействуют не сами факторы, а их цикличность. Фитохромная система является приемным устройством, фиксирующим информацию об экологических условиях и о наступлении тех или иных природных циклов. Фитохромная система листочка зародыша позволяет семени в момент прорастания идентифицировать информацию об изменении в суточном ритме поступления экологических факторов, а это является сигналом об изменении в сезонном ритме. После идентификации информации фитохромная система включает высокоэнергетические процессы в организме. На случай ошибки или сбоя в работе этой системы семена диких видов растений в различной степени ингибированы к прорастанию и значительная часть их способна прорасти только при повторном воздействии сочетания экологических факторов в будущем году. Это очень важный «страховой запас» семян для сохранения вида.

Такие в различной степени ингибированные семена имеются в партиях семян культурных растений. Селекция неодинаково освободила культурные растения от признаков, присущих их диким предкам. Например, некоторые сорта редиса не могут прорасти без светового воздействия, а пшенице это воздействие для прорастания не нужно. Однако среди проростков пшеницы все равно имеются ингибированные и из них вырастают слабые растения. До настоящего времени ученым не уда-



лось избавиться от природной разнокачественности семян, связанной с механизмами сохранения вида. Также не удастся изменить отношение культурных растений к фото- и спектропериодичности. Удастся только ослабить это отношение при выведении сортов, нейтральных к длине дня.

## 6. УХОД ЗА ПОСЕВАМИ

Одной из главных целей биологизации земледелия является выращивание растений в таких условиях, когда их поражение вредителями и болезнями весьма незначительно, а вред причиняемый сорными растениями минимальный. Достижению такой цели, прежде всего, служат такие мероприятия, как плодосменный севооборот (также другие виды севооборотов), соответствующая местным условиям обработка почвы, применение органических удобрений, в том числе и зеленых и т.д. Все это создает условия для нормального фитосанитарного состояния посевов.

При этом предупредительные меры должны предотвращать чрезмерное распространение вредителей, болезней и сорняков.

Из числа перечисленных вредных организмов наибольший ущерб наносят посевам сорные растения.

В условиях биологизации земледелия не следует стремиться к выращиванию стеблестоев абсолютно свободных от сорных растений. Цель борьбы с ними состоит в том, чтобы оставлять такое количество сорняков, когда они скорее способствуют росту культурных растений, чем угнетению (Мельникова, 2012).

Сорные растения наряду с отрицательными свойствами имеют и положительные биологические особенности (табл. 17.)

Появление повышенного количества отдельных видов сорняков может быть вызвано разными причинами. В зависимости от этих причин выбирают соответствующие предупредительные и прямые меры борьбы с ними.

## 17. Отрицательное и положительное влияние сорных растений на сельскохозяйственные культуры

| Отрицательные особенности сорных растений                             | Положительные качества сорняков  |
|---|--|
| 1. Конкурируют с культурными растениями за свет.                      | 1. Служат пищей для полезных организмов.   |
| 2. Перехватывают питательные вещества у сельскохозяйственных культур. | 2. Препятствуют распространению эрозии почвы.  |
| 3. Потребляют влагу, предназначенную для культурных растений.         | 3. Улучшают структуру почвы.   |
| 4. Засоряют семенами и вегетативными органами продукцию.              | 4. Усваивают питательные вещества, предотвращая их вымывание.  |
| 5. Увеличивают затраты на обработку продукции.                        | 5. После отмирания для микроорганизмов служат пищей.   |
| 6. Снижают качество сельскохозяйственной продукции.                   | 6. Биологическое разрыхление почвы.  |
| 7. Увеличивают затраты труда и средств на обработку почвы.            | 7. Являются растениями-индикаторами свойств почв.  |
| 8. Борьба с сорняками требует больших дополнительных средств.         | 8. При разложении отмерших сорных растений питательные вещества используются культурными растениями. |

К числу профилактических мер подавления сорных растений, прежде всего, следует отнести севооборот, возделывание промежуточных культур, отдельные приемы обработки почвы и создание травостоев (стеблестоев), подавляющих сорные растения.

Самая радикальная мера по подавлению сорняков это хорошо продуманный и спроектированный севооборот. Чередование зерновых культур, многолетних и однолетних трав, пропашных растений препятствует доминированию отдельных адаптированных видов сорных растений. Монокультуры способствуют усиленному распространению отдельных видов сорняков, в том числе и трудноискореняемых. Разнообразные севообороты дают возможности для формирования многовидовой сорной экосистемы, поддающейся без особых сложностей механизированному и биологическому подавлению.

В условиях биологизации земледелия Нечерноземной зоны России исключительное значение для подавления сорных растений имеет самое широкое применение в севооборотах клеверно-злаковых травосмесей 2х-летнего использования. Это травосмеси клевер красный + тимофеевка луговая, клевер крас-

ный + овсяница луговая + кострец безостый и другие. Широкое их использование в полевом кормопроизводстве позволит решить проблемы обеспечения животноводства кормами и, в значительной мере, очищения посевов сельскохозяйственных культур от сорняков. Положительные стороны и условия эффективного использования звена севооборота с многолетними травами следующие:

- влияние звена заключается в создании эффективного затенения сорняков, а неоднократное скашивание уничтожает их;
- решающим фактором в вытеснении сорняков является не длительность выращивания, а высота и густота травостоя;
- образующиеся пустоты («плешины») в травостое клеверно-злаковых смеси могут привести, например, к размножению пырея;
- на третий год использования смеси «плешины» в травостое могут быть многочисленными и подавление сорняков становится неэффективным;
- выращивание однолетних культур сокращает, прежде всего, число яровых сорняков, а возделывание смесей многолетних трав – зимующих сорных растений, осота и бодяка.

Если, например, возделывание клеверно-злаковой травосмеси сочетать с размещением после нее озимых зерновых культур, в особенности , озимой ржи, которая эффективно сама подавляет сорняки, то посевам не представляется трудным от них очистить.

Другие эффективные звенья по подавлению сорняков в севооборотах могут быть такими: однолетние травы (многокомпонентные смеси) – озимая рожь или озимая пшеница; озимая рожь – гречиха; озимая пшеница (озимая рожь) – картофель; клеверный пар – озимая пшеница и другие.

Включение в севообороты промежуточных культур способствует сокращению числа сорных растений вследствие обязательной дополнительной обработке почвы, затенению и скашиванию сорняков.

Чтобы эффективно снизить численность сорняков до необходимых пределов, когда они не оказывают серьезного вреда посевам культур, необходимо выполнять все мероприятия по усилению их конкурентоспособности.

Нужно выбрать такой срок и технику посева, чтобы всходы появились быстро, дружно и без огрехов.

Оптимальная густота посева достигается путем создания узких междурядий и более широких промежутков в рядах.

Надежные дружные всходы кукурузы, кормовой свеклы и картофеля можно получить при хорошем прогревании почвы.

Подкормки жидким навозом, навозной жижей или птичьим пометом могут дать преимущества культурным растениям перед сорняками.

У зерновых культур предпочтение следует отдать длинностебельным сортам.

Травостои клеверно-злаковых травосмесей со значительными выпадами растений следует перепахивать.

Особо засоренные участки следует засеивать многолетними культурами, используемыми на корм длительное время (10 и более лет), например, козлятником восточным.

После посева сельскохозяйственных культур сорняки можно вытеснить с помощью механических и иных мер подавления. Развивающимся посевам необходимо создать преимущества в росте. На посевах зерновых культур этого можно достигнуть путем проведения боронования до появления всходов и после укоренения в фазе 3-4 листьев.

Боронование посевов зерновых культур, в особенности яровых, это самый эффективный, экологически чистый и экономически выгодный прием. Основные цели его проведения представлены в таблице 18.

## 18. Основные цели боронования посевов зерновых культур

| Боронование до появления всходов   | Боронование после всходов хорошо укоренившихся растений  |
|--|--|
| 1. Уничтожение сорняков (60-75 %).<br>2. Разрушение почвенной корки.<br>3. Сохранение влаги.<br>4. Создание мульчирующего слоя почвы.<br>5. Экономическая выгода.<br>6. Исключение использования гербицидов. | 1. Уничтожение сорняков (30-45 %).<br>2. Удаление отмерших остатков растений.<br>3. Сохранение влаги.<br>4. Разрушение почвенной корки.<br>5. Исключение использования гербицидов. |

Для обеспечения высокой эффективности боронований необходимо соблюдение определенных условий:

- оптимальный срок проведения боронования до всходов устанавливается по состоянию прорастающих семян (проросток должен быть не более половины длины или диаметра семени);

- оптимальный срок выполнения боронования после появления всходов для пшеницы, ячменя и овса 3-4 листа, а зернобобовых – от 3 до 5-6 листьев;

- выбор типа борон определяется гранулометрическим составом почвы;

- для боронования посевов яровых зерновых до всходов и после их появления на легкосуглинистых почвах лучше подходят оценки из посевных борон ЗБП-0,6А, на среднесуглинистых и тяжелосуглинистых почвах – легкие и средние зубовые бороны БЗСЛ-1,0 и БЗСС-1,0;

- посевы озимых зерновых обрабатываются боронами БЗСС-1,0 при отрастании растений весной и наступлении физической спелости почвы;

- особенно аккуратно следует обрабатывать боронами посевы зернобобовых культур, выносящих при прорастании семядоли на поверхность почвы или боронования на них не проводить;

- при возделывании кукурузы на силос в условиях Нечерноземной зоны России возможно многократное боронование посевов – 2-3 боронования до всходов и 1-2 боронования после всходов;

- в связи с проведением боронований нормы высева культур следует повышать на 5-10 %;

- оптимальная скорость проведения боронований до всходов 7-8 км/час, после всходов – 5-6 км/час;

- наиболее подходящий срок боронования после всходов в течение дня – это после 13-14 часов, когда тургор в растениях ослабевает;

- на посевах пропашных культур наряду с боронованиями интенсивно проводятся междурядные обработки.

Наряду с биологическими и механическими мерами по подавлению сорных растений в посевах сельскохозяйственных

культур за рубежом в рамках систем альтернативного земледелия используются электрические и огневые методы. Они очень высокочрезвычайны и на ближайшую перспективу в условиях Черноземья России вряд ли найдут применение.

В технологиях интегрированной защиты полей от сорняков целесообразно использовать конкурентную способность зерновых культур подавлять сорняки за счет регулирования (изменения) их норм высева. При этом нужно учитывать характер и степень засоренности посевов и уровень плодородия почвы (Зверев, 2004).

Следует использовать принципы:

1. На удобренных богатых питательными веществами почвах максимум урожая достигается при больших площадях питания, т.е. при сниженных нормах высева.

2. Чем больше опасность, которой подвергается растение и чем меньше возможность устранить ее вредные влияния, тем меньше должна быть исходная площадь питания растений. Стратегия и тактика борьбы с болезнями и вредителями очень сходная с подавлением сорных растений. Их нельзя и ненужно всех уничтожать, а самый разумный путь – доведение их численности до порога ощутимой вредоносности. И опять решающее значение имеют культуры, сорта и использование севооборотов (Мельникова, 2009).

Применение в севообороте сидерата также положительно влияет на снижение фитопатогенного потенциала почвы. Использование зеленого удобрения по фону NPK заметно снижает (с 11,9 до 5,0 %) поражение растений озимой пшеницы корневыми гнилями (Ториков, Мельникова, 2010).

К числу других средств борьбы с вредными организмами в условиях биологизации земледелия следует отнести применение природных пестицидов, придание устойчивости против заболеваний и вредителей, переход от монокультур к поликультурам, расширение спектра окультуривания видов и др.

## 7. УБОРКА УРОЖАЯ

Решение вопроса об установлении оптимальных сроков уборки сельскохозяйственных культур в условиях биологизации чрезвычайно важно. Для практического определения сроков исходя из биологии культур разработаны соответствующие методы. Однако прежде чем остановиться на них, необходимо рассмотреть критерии, которые лежат в основе этих методов. Надо условиться, применительно к зерновым культурам, какая влажность соответствует тому или иному периоду восковой и полной спелости. По данным академика Н.Н. Кулешова и профессора Г.В. Коренева показатели содержания влаги в зерне имеют значения:

|                            |                 |         |
|----------------------------|-----------------|---------|
| начало восковой спелости   | влажность зерна | 40-36 % |
| середина восковой спелости | ---//---        | 35-25 % |
| конец восковой спелости    | ---//---        | 24-21 % |
| начало полной спелости     | ---//---        | 20-18 % |
| полная спелость            | ---//---        | < 17 %  |

Фазе тестообразной спелости соответствует влажность зерна 50-40 % и наибольшая масса 1000 сырых зерен.

Методы определения сроков уборки зерновых культур в основном базируются на массе 1000 зерен, влажности зерна, транспирации растений и т.д.

**Определение спелости зерна по его влажности.** Влажность зерна в условиях сухой погоды является наиболее объективным показателем его спелости. Как известно, восковая спелость наступает при достижении зерном 40-36 % влажности. Для определения влажности в фазе тестообразной спелости производится отбор проб колосьев с поля. Колосья обмолачиваются, и в зерне в 3-4-кратной повторности определяется содержание влаги. Зерно предварительно высушивается и сушильном шкафу до постоянной массы при 105 °С. Расчет влажности ведется следующим образом:



Пробы зерна для определения влажности надо отбирать ежедневно до тех пор, пока этот показатель не будет на уровне 40-36%. Показатель влажности зерна в указанных пределах говорит о том, что можно приступать к раздельной уборке хлебов.

**Определение спелости зерна по удельной массе.** Из зерна после обмолота отбирают среднюю пробу и погружают в солевой раствор с удельной плотностью 1,16 г/см<sup>3</sup>. Зерно в восковой и полной спелости имеет более высокую плотность и поэтому опускается на дно, а молочной и восковой спелости - всплывает. Следовательно, таким образом зерно делят на две группы и рассчитывают их процентное содержание в общей массе:



**Определение спелости зерна по внешним признакам и консистенции.** Начало восковой спелости зерна характеризуется следующими признаками: зерно полностью теряет зеленую окраску, эндосперм у него еще не достаточно белый, зерно крупное и блестящее. Оно легко режется ногтем, скатывается в шарик, но эндосперм при нажиме уже не выдавливается.

Середина восковой спелости имеет следующие признаки: эндосперм белый мучнистый или стекловидный, размеры зерна несколько уменьшены, в шарик оно не скатывается, по ногтем режется.

Конец восковой спелости это состояние, близкое к полной спелости, но все же отличное от нее. Зерно ногтем не режется, но след от него остается. Размеры и цвет такие же, как и при полной спелости.

Визуальный метод определения спелости зерна наименее точен, но тем не менее он имеет свое широкое распространение в сельскохозяйственной практике. Этот метод чаще всего применяется при плохой ненастной погоде в период созревания и требует большого опыта и навыка.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Алёхин В.Т., Слободянюк В.М., Злотников А.К. Хозяйственная и экономическая эффективность Альбита//Защита и карантин растений. №9. – 2005, с. 26-27.
2. Артюхов А.И. Элементы энергосберегающей технологии возделывания гороха в юго-западной части Нечерноземной Зоны России // Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. — Брянск. 1995 — 95 с.
3. Бегунов И.И., Довгаленко В.Н., Стрелков И.И. Снижение пестицидного пресса - важная ступень в стабилизации агроэкосистем // Тезисы международной научно-практической конференции «Химический метод защиты растений. Состояние и перспектива повышения экологической безопасности», Санкт-Петербург. – 2004, с. 13-14.
4. Белоус, Н.М. ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ / Н.М. Белоус, Ториков В.Е., В.Ф. Мальцев, Мельникова О.В./ Регион-2006. Конкурентоспособность бизнеса и технологий как фактор реализации национальных проектов // Материалы международной научно-практической конференции – Брянск. - 2006.- С.413-417.
5. Васецкая М.Н., Кратенко В.П., Чекмарев Б.В. Регуляторы роста в системе защиты озимой пшеницы от болезней в ЦЧЗ России/ //Тезисы международной научно-практической конференции «Биологическая защита растений - основа стабилизации агроэкосистем». Краснодар. – 2004, с.179-180.
6. Волков, А.В. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА / А.В. Волков, В.Е. Ториков, О.В. Мельникова, Г.П. Малявко/ Учебное пособие для

слушателей системы профессиональной переподготовки и повышения квалификации руководителей и специалистов АПК по направлениям учебных программ «Агроэкология», «Устойчивое развитие сельских территорий», «Организация и функционирование крестьянских (фермерских) хозяйств» - Брянск: Изд-во БГСХА. – 2012. – 96 с.

7. Довбан К.И. Зеленое удобрение. М., 1990. С. 206.
8. Зверев В.А. Технологическое обоснование защиты полевых культур от сорняков в Центральном и Волго-Вятском регионах России. / Автореф. дисс.... д.с.-х.н. Брянск, 2004. 48 с.
9. Злотников А.К. Альбит способствует ускоренному развитию сельскохозяйственных культур/ Злотников А.К., Гинс В.К., Пухова Л.Ф., Кирсанова Е.В. // Защита и карантин растений, № 11. – 2005, с. 27-28.
10. Злотников А.К., Бегунов И.И., Злотников К.М., Кудрявцев Н.А., Лебедев В.Б., Сафонов П.А., Сергеев В.Р., Талаш А.И. Эффективность сочетания Альбита с половинными нормами фунгицидов// Земледелие. № 2. – 2005, с.33-35.
11. Злотников А.К., Дёров А.И., Бегунов И.И., Злотников К.М. Альбит на озимой пшенице // Земледелие, №3. – 2005, с. 31-32.
12. Ильин Е.А. Комплексное органо-минеральное удобрение Гумат калия жидкий торфяной. - М.: ООО «Флексом». – 2004, 52 С.
13. Калинин Ф.Л. Биологически активные вещества в растениеводстве / - Киев.: Наукова думка. – 1984, 320 С.

14. Кереерова Л.Ю., Губашиева Б.Х. О влиянии регуляторов роста на качественные показатели зерна озимой пшеницы // Зерновое хозяйство, №4. - 2004. с.4-5.
15. Ковалев В.М. Применение регуляторов роста растений для повышения устойчивости и продуктивности зерновых культур.- М. – 1992, с.8-21.
16. Кольбе Г., Штумпе Г. Солома как удобрение. Пер. с нем. А.М. Колюкина. М.:Колос, 1972. С. 87.
17. Косьянчук В.П. Агроэкологические основы технологий возделывания картофеля в юго-западной части Нечерноземной зоны России. / Автореф. дисс.... д.с.-х.н. Брянск, 1999. 48 с.
18. Лазарев В.И., Казначеев М.Н., Сонин В.А. Альбит на озимой пшенице/. //Защита и карантин растений, № 9. - 2004, с.39-40.
19. Лазарев, В.И., Казначеев М.Н. Использование стимулятора роста на посевах озимой пшеницы // Главный агроном, №10. – 2004, с.68-70.
20. Ларионов А.Г., Георгиевская М.А., Михайлова Ю.Б. Гибберсиб повышает урожай // Степные просторы №10. – 1984, с.20.
21. Левин В.И. Агроэкологические эффекты воздействия на семена электромагнитных полей различной модульности. Авт. докт. дисс. М., 2000. С.62.
22. Мальцев, В.Ф. Система биологизации земледелия Нечерноземной зоны России. Часть 2 / Мальцев В.Ф., Каюмов М.К., ...

Мельникова (Торикова) О.В. и др. – Москва: ФГНУ «Росинформагротех». – 2002. – 573 с.

23. Мельникова, О.В. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ БИОЛОГИЗАЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА НА ЮГО-ЗАПАДЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО РЕГИОНА РОССИИ (монография) / О.В. Мельникова/ Брянск: Изд-во Брянской ГСХА. - 2010. - 460 с.
24. Мельникова, О.В. НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИЕМОВ БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА ЦЕНТРАЛЬНОГО РЕГИОНА РОССИИ /О.В. Мельникова/ В сб.: Научные почвоведческие чтения, выпуск 3. – Брянск – 2012. – с. 33-41.
25. Мельникова, О.В. ПРИРОДНЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА В БИОЛОГИЧЕСКОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ / Мельникова О.В., Ториков В.Е., Клименков Ф.И., Симонов Д.А. / Аграрная наука сельскому хозяйству. Часть 3 // Материалы всероссийской научно-практической конференции. – Курск. – 2009. – С. 286-293.
26. Мельникова, О.В. ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТОВ В УСЛОВИЯХ БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ /О.В.Мельникова/ Молодежь и инновации-2009 // Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых. – Горки. - 2009. - Ч.1 - С. 150-152.
27. Мельникова, О.В. ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУЛЬТУР И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ / Мельникова О.В./ Земледелие. -2009. -№ 1. -С. 22-24.
28. Мельникова, О.В. ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУЛЬТУР И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ / О.В.Мельникова /Земледелие. - №1. – 2009.- С. 22-24

29. Москалева, В.Л АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ОДНО-ЛЕТНИХ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ В СИСТЕМЕ БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ / Москалева В.Л., Мельникова О.В. / Проблемы агрохимии и экологии. 2011. -№ 2. - С. 42-45.
30. Никелл, Л.Дж. Регуляторы роста растений. Применение в сельском хозяйстве. – М.: Колос. – 1984, 192 С.
31. Никитина З.В. Экологизация сельскохозяйственного производства как фактор его устойчивого развития / Аграрный вестник Урала. – 2008. - №9 (51). - С. 92-95.
32. Орлов Д.С., Наумов Г.В., Аммосов Я.М., Лизунова А.Л., Осипова Н.Н. Сравнительная характеристика гуминовых препаратов опытно-промышленных производств / В кн. Гуминовые вещества в биосфере. – М.: Наука. – 1993, с.207-219.
33. Остапенко А.П. Регуляторы роста и потенциал микробиологической активности в современных агроландшафтах // Северо-Кавказский регион/ Управление плодородием агроландшафтов юга России. Естественные науки. Спецвыпуск - Ростов-на-Дону. - Известия высших учебных заведений. – 2003, с.145-149.
34. Парахин Н.В., Лобков В.Т., Кружков Н.К. и др. Биологизация земледелия в России. – Орел: Издательство ОрелГАУ. – 2000. – 175 с.
35. Родэ В.В., Аляутдинова Р.Х. и др. Стимуляторы роста из бурых углей // Гуминовые вещества в биосфере. М. – 1993, с.162-166.

36. Саранин Е.К. Биологизация земледелия. Теория и практика. М.: АОЗТ «ИКАР», 1996. 130 с.
37. Саранин Е.К. Экологическое земледелие. Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. 72 с.
38. Семькин, В.А. **БИОЛОГИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В ОСНОВНЫХ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ РЕГИОНАХ РОССИИ / Семькин В.А., Картамышев Н.И., Мальцев В.Ф., Мельникова О.В., Сорокин А.Е. и др./** Москва: Изд-во «КолосС». – 2009. – 550 с.
39. Стрелков Е.В., Бегунов И.И. Новый биопрепарат Альбит против корневых гнилей озимой пшеницы// Тез. IV семинара-совещания «Средства защиты растений, регуляторы роста, агрохимикаты и их применение при возделывании сельскохозяйственных культур». М. - 2005, с. 122-123.
40. Ториков, В.Е. **БИОЛОГИЗАЦИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА – ВАЖНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ БРЯНЩИНЫ / В.Е. Ториков, О.В. Мельникова, В.Ф.Мальцев, В.В.Шмаль/** Агроконсультант (Бюллетень ИКС АПК Брянской области). - №3 (11). – 2004. - С.33-34.
41. Ториков, В.Е. **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ЮГО – ЗАПАДЕ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ РОССИИ / Ториков В.Е., Мельникова О.В./** Биологизация земледелия в Нечерноземной зоне России // Научные труды международной конференции, посвященной 30-летию Брянской ГСХА. Выпуск 4 – 2010. – С. 11-19.
42. Ториков, В.Е. **ПРОИЗВОДСТВО БИОЛОГИЧЕСКИ ПОЛНОЦЕННОЙ ПРОДУКЦИИ - ВАЖНЫЙ ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ РАСТЕНИЕВОДСТВА СЛАВЯНСКИХ ГОСУ-**

ДАРСТВ / Ториков В.Е., Мельникова О.В., Мешков И.И./ Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. -2009. -№ 1. -С. 4-11.

43. Ториков, В.Е. ПУТИ ЭКОЛОГИЗАЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА / В.Е.Ториков, О.В. Мельникова / Новые идеи, технологии, проекты и инвестиции // Материалы третьей региональной научно - практической конференции-ярмарки (часть 1) – Брянск. – 2001. - С.103-104.
44. Ториков, В.Е. Урожайность пшеницы и качество зерна на Брянщине / Ториков В.Е., Мирошин В.М., Мельникова (Торикова) О.В. // Зерновые культуры. – 1995. - №3. – С. 17-18.
45. Чекуров В.М. Регуляторы роста и развития растений / — М.: Наука. – 1982, с.218-219.
46. Чепец А.Д., Чепец Т.А. Действие регуляторов роста на урожайность, и качество зерна озимой пшеницы // Северо-Кавказский регион/ Управление плодородием агроландшафтов юга России. Естественные науки. - Спецвыпуск - Ростов-на-Дону. - Известия высших учебных заведений. – 2003, с.206-210.
47. Шаповал О.А. Биологическое обоснование использования регуляторов роста растений в технологии выращивания озимой пшеницы. М. – 2005, 211 С.
48. Юсупов Д.А., Лебедев В.Б., Кудимова Л.М. Альбит в посевах пшеницы// Защита и карантин растений, № 1. – 2005, с.28-29.
49. Ягодин Б.А., Державин Л.М. Применение комплексантов в земледелии// Химия в сельском хозяйстве, №7. – 1987, с. 42-46.

Учебное издание

Мельникова Ольга Владимировна

**Научные основы биологического земледелия**

Учебное пособие  
для обучающихся в магистратуре  
по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и  
агропочвоведение  
2-ое издание

Редактор Лебедева Е.М.

---

Подписано к печати 29.08.2016 г. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 4.18. Тираж 30 экз. Изд. № 2899.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ