

Биохимический анализ плодов на разных фонах обработки, среднее за 2002- 2005 гг.

| Вариант | Сухие вещества, % | Сахар, % | Кислотность, % | Сахаро-кислотный индекс | Витамин С, мг/% | Пектин, % | |
|--|-------------------|------------------|------------------|-------------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | | | | | водорастворимый | сумма |
| Без обработки – контроль | 14,9 | 10,4 | 0,8 | 14,6 | 34,5 | 1,04 | 0,57 |
| Актеллик – 0,1% (эталон) | 15,2 | 11,4 | 0,8 | 14,4 | 29,9 | 1,51 | 0,69 |
| Афидин (У.Ф.) – 1% | 15,0 | 11,8 | 0,6 | 21,3 | 37,8 | 1,66 | 0,65 |
| Мыло инсектицидное – 1% | 14,4 | 10,5 | 0,8 | 13,3 | 34,3 | 1,21 | 0,55 |
| Неонол 0,3% + щавелевая кислота 0,1% | 15,2 | 10,7 | 0,8 | 12,8 | 36,5 | 1,28 | 0,61 |
| Неонол 0,3% + три-терпеновые кислоты 0,05% | 14,6 | 11,3 | 0,7 | 16,3 | 29,1 | 0,98 | 0,47 |
| Неонол 0,1% + лимонная кислота 0,05% | 14,3 | 10,4 | 0,7 | 15,8 | 30,9 | 1,15 | 0,62 |
| Янтарная кислота 0,005% | 14,9 | 10,6 | 0,9 | 13,3 | 25,3 | 1,13 | 0,54 |
| НСР _{0,05} | $F_{\phi} < F_T$ | $F_{\phi} < F_T$ | $F_{\phi} < F_T$ | 6,9 | $F_{\phi} < F_T$ | $F_{\phi} < F_T$ | $F_{\phi} < F_T$ |

Выводы

1. В условиях Алтайского края зеленая яблонная тля дает 8 поколений. Развитие весеннего поколения длится 10-14 дней, летних – 7-10 дней.

2. Отрождение из яиц личинок тли, как правило, совпадает с началом распускания почек у яблонь полукультурок и приходится на 20 апреля – 19 мая при среднедекадной температуре воздуха 9,1-13,6⁰С и максимальной – 21,8-27,0⁰С.

3. Препарат «Афидин» способствует хорошему росту растений, ускоряет их вступление в плодоношение, повышает урожайность, улучшает биохимический состав плодов.

Библиографический список

1. Савельева Н.Н. Хозяйственно-биологическая и экономическая оценка иммунных к парше сортов яблони в условиях Центрально-Черноземного региона России: дис. канд. с.-х. наук 06.01.05. 2008 г. [Электронный ресурс]: [сайт]. [2011]. URL:

http://www.dissforall.com/_catalog/t9/_science/25/9120616.html.

2. Шаманская Л.Д. Пути получения бес-пестицидной продукции садоводства в условиях Алтайского края. – Барнаул, 2002. – 139 с.

3. Гар К.А. Методы испытания токсичности и эффективности пестицидов. – М., 1963. – 286 с.

4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

5. Шаманская Л.Д. Фитосанитарная оптимизация плодовых и ягодных насаждений в условиях Алтайского края: монография. – Барнаул, 2006. 235 с.

6. Латашко В.М., Бадовская Л.А., Иващенко И.И., Татарникова М.Н. Применение янтарной кислоты в качестве афидина // Патент 2050776, РФ // БИ. – 1995. – № 36. – С. 141.



УДК 631,51:631,8:632,9:631,452

**Р.Е. Казнин,
С.В. Щукин,
С.С. Сивкова,
Б.А. Смирнов**

**ВОДОУСТОЙЧИВОСТЬ МАКРОСТРУКТУРЫ
ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ГЛЕЕВАТОЙ ПОЧВЫ
ПРИ МИНИМИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ**

Ключевые слова: система обработки почвы, минимальная обработка почвы, система удобрений, гербициды, водоустойчивость макроагрегатов, органическое вещество, урожайность полевых культур.

Введение

Влияние различных способов обработки на плодородие почвы является неоднозначным. Одним из определяющих факторов эффективности той или иной системы обра-

ботки является их влияние на физические свойства почвы. В этом контексте структура почвы играет решающую роль. Хорошо известны проблемные вопросы, связанные с ухудшением структуры почвы. К ним относятся: уплотнение почвы, образование трещин, почвенная эрозия, загрязнение грунтовых вод из-за увеличения скорости транспортных потоков в почве по макропорам [1-3]. Имеется достаточно данных, указывающих на то, что хорошо выраженная структура почвы значительно увеличивает ее плодородие, способствует получению высокой и стабильной урожайности сельскохозяйственных культур [4, 5]. Поэтому поддержание почвенной структуры должно быть неотъемлемой частью системы устойчивого управления почвенным плодородием [6].

Важной качественной характеристикой структуры является ее водоустойчивость, которая во многом связана с содержанием и составом в почве органического вещества [5]. С другой стороны, сами почвенные агрегаты выступают в роли стабилизаторов органического вещества, а их разрушение является первичной причиной потери органического вещества при интенсивных механических обработках [7, 8]. Поэтому минимизация обработки имеет большое значение для оптимизации структуры и содержания органического вещества в почве. При этом следует уделять особое внимание способу заделки удобрений и растительных остатков в почву, а также необходимости применения гербицидов с целью регулирования засоренности посевов с учетом их влияния на плодородие почвы.

Особое значение эти вопросы приобретают на дерново-подзолистых глееватых почвах, где допустимый уровень минимизации обработки почвы во многом связан с погодными условиями и засоренностью [4].

Целью исследований являлось определение наиболее эффективного сочетания систем обработки почвы, удобрения и гербицидов по их влиянию на водоустойчивость почвенной структуры, плодородие почвы и урожайность полевых культур.

Задача исследований – изучить влияние разных по интенсивности систем обработки почвы, удобрений и последствия гербицидов на водоустойчивость почвы, содержание органического вещества в пахотном слое почвы, урожайность многолетних трав и озимой ржи.

Объекты и методы

Исследования проводились в многолетнем стационарном многофакторном полевом опыте, заложенном на дерново-подзолистой глееватой среднесуглинистой

почве методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов в повторениях в 1995 г., т.е. на 14-16-й годы действия факторов. Повторность опыта четырехкратная. Схема трехфакторного (4х6х2) опыта включала 48 вариантов с площадью элементарной делянки 63 м².

В годы исследований почва пахотного горизонта в среднем содержала: органического вещества (гумуса) – 2,57% (по Тюрину, вариант ЦИНАО); легкодоступного фосфора – 228 мг и обменного калия – 75 мг/кг почвы (по Кирсанову); сумма обменных оснований составляла 19,66 мг-экв. и гидролитическая кислотность – 1,52 мг-экв./100 г почвы (по Кашенову); рН_{кел} – 5,86.

Схема полевого стационарного трехфакторного (4х6х2) опыта Фактор А.

Система основной обработки почвы, «О»

1. Отвальная: вспашка на 20-22 см с предварительным лущением на 8-10 см, ежегодно, «О₁».

2. Поверхностная с рыхлением: рыхление на 20-22 см с предварительным лущением на 8-10 см 1 раз в 4-5 лет + однократная поверхностная обработка на 6-8 см в остальные 3-4 года, «О₂».

3. Поверхностно-отвальная: вспашка на 20-22 см с предварительным лущением на 8-10 см 1 раз в 4-5 лет + однократная поверхностная обработка на 6-8 см в остальные 3-4 года, «О₃».

4. Поверхностная: однократная поверхностная обработка на 6-8 см, ежегодно, «О₄».

Фактор В. Система удобрений, «У»

1. Без удобрений, «У₁».

2. N₃₀, «У₂».

3. Солома 3 т/га, «У₃».

4. Солома 3 т/га + N₃₀ (азотное удобрение в расчете 10 кг д.в. на 1 т соломы), «У₄».

5. Солома 3 т/га + NPK (норма минеральных удобрений, рассчитанная на урожайность 4 т/га к.ед.), «У₅».

6. NPK (норма минеральных удобрений, рассчитанная на урожайность 4 т/га к.ед.), «У₆».

Фактор С.

Система защиты растений от сорняков, «Г»

1. Без гербицидов, «Г₁».

2. С гербицидами, «Г₂».

В опыте осуществлялось следующее чередование полевых культур во времени: многолетние травы (1995 г.) – озимая пшеница (1996 г.) – однолетние травы (1997 г.) – ячмень (1998 г.) – овес (1999 г.) – однолетние травы (2000 г.) – озимая рожь (2001 г.) – однолетние травы (2002 г.) – озимая рожь (2003 г.) – однолетние травы

(2004 г.) – ячмень (2005 г.) – озимая тритикале (2006 г.) – однолетние травы (2007 г.) – озимая рожь (2008 г.) – однолетние травы (2009 г.) – озимая рожь (2010 г.).

Применяемые гербициды: Линтур – 180 г/га (2010 г.) в фазу кущения озимой ржи. В 2008 и 2009 гг. изучалось последствие ранее применявшихся гербицидов.

Определение содержания органического вещества и водоустойчивости структуры проводилось по методике И.В. Тюрина (в модификации ЦИНАО) и И.М. Бакшеева.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследования свидетельствуют, что снижение механического воздействия на почву при применении систем ресурсосберегающей обработки (O_2 , O_3 , O_4) обеспечивало достоверное увеличение водоустойчивости макроагрегатов по сравнению с системой отвальной обработки (табл. 1). При этом система поверхностной обработки способствовала увеличению массовой доли водоустойчивых агрегатов $>0,25$ мм на 3,07%.

По всем изучаемым вариантам обработки в течение всего периода исследований наблюдалась дифференциация пахотного горизонта на слои по изучаемому показателю. При этом нижний, менее подверженный механическому воздействию, слой ха-

рактеризовался более высокими значениями водоустойчивости по сравнению с верхним.

Внесение удобрений обуславливало увеличение водоустойчивости почвы макроструктуры по всем изучаемым вариантам, причем варианты с применением одних азотных удобрений ($У_2$) и соломы совместно с полной нормой минеральных удобрений ($У_5$) характеризовались достоверным увеличением изучаемого показателя.

Применение гербицидов не вызвало достоверных изменений в содержании водоустойчивых агрегатов в среднем за три года. Вместе с тем на протяжении всего периода исследований прослеживалась четкая динамика снижения значений массовой доли водоустойчивых агрегатов при их использовании. Особенно это было заметно в 2010 г. в посевах озимой ржи, где применение гербицида Линтур способствовало достоверному снижению водоустойчивости макроструктуры в слое 0-10 см.

Водоустойчивость структуры почвы часто связывают с содержанием в почве органического вещества и его динамикой [5]. Проведенный корреляционно-регрессионный анализ установил среднюю положительную связь ($r=0,42-0,49$; $p<0,05$) между массовой долей водоустойчивых агрегатов $>0,25$ мм и содержанием в почве органического вещества.

Таблица 1

Водоустойчивость почвенных агрегатов более 0,25 мм (% , в среднем по факторам за период 2008-2010 гг.)

| Вариант | Слой почвы, см | | |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 0-10 | 10-20 | 0-20 |
| Фактор А. Система обработки почвы, «О» | | | |
| Отвальная, « O_1 » | 59,17 | 61,26 | 60,22 |
| Поверхностная с рыхлением, « O_2 » | 61,71 | 63,63* | 62,67* |
| Поверхностно-отвальная, « O_3 » | 62,38 | 63,32* | 62,85* |
| Поверхностная, « O_4 » | 63,01* | 63,57* | 63,29* |
| НСР ₀₅ | 3,48 | 1,8 | 2,23 |
| Фактор В. Система удобрений, «У» | | | |
| Без удобрений, « $У_1$ » | 60,26 | 61,39 | 60,82 |
| N_{30} , « $У_2$ » | 61,23 | 66,18** | 63,7** |
| Солома, « $У_3$ » | 62,90 | 62,33 | 62,61 |
| Солома + N_{30} , « $У_4$ » | 61,45 | 62,10 | 61,78 |
| Солома + НРК, « $У_5$ » | 62,06 | 64,59** | 63,32** |
| НРК, « $У_6$ » | 62,09 | 61,77 | 61,93 |
| НСР ₀₅ | $F_{\phi} < F_{05}$ | 3,2 | 2,48 |
| Фактор С. Система защиты растений, «Г» | | | |
| Без гербицидов, « $Г_1$ » | 62,20 | 63,01 | 62,60 |
| С гербицидами, « $Г_2$ » | 60,94 | 62,89 | 61,92 |
| НСР ₀₅ | $F_{\phi} < F_{05}$ | $F_{\phi} < F_{05}$ | $F_{\phi} < F_{05}$ |

Применение систем ресурсосберегающей обработки (O_2 , O_3 , O_4) и внесение удобрений обуславливали увеличение содержания органического вещества в почве (табл. 2). Наиболее благоприятные условия для сохранения и накопления в почве органического вещества складывались при применении системы поверхностно-отвальной обработки по фону солома + NPK. Данная система обработки обеспечивает снижение механического воздействия на почву за счет дифференцированного сочетания отвальной и поверхностной обработок в севообороте во времени, что обеспечивает секвестрацию почвенного углерода. С другой стороны, проведение отвальной обработки один раз в несколько лет ведет к заделке удобрений и растительных остатков в нижний слой пахотного горизонта, тоже на несколько лет, где формируются анаэробные условия, обеспечивающие трансформацию органических соединений и образование органического вещества с гидрофобными свойствами, которые во многом определяют водоустойчивость почвенных агрегатов [5].

Применение гербицидов сопровождалось достоверным снижением содержания органического вещества в нижнем слое пахотного горизонта. В данном случае гербициды оказывали влияние на взаимоотношение внутри агрофитоценоза между культурным и сорным компонентом, снижая долю последнего. Это свидетельствует об опреде-

ленной экологической функции сорных растений, которые, с одной стороны, могут быть дополнительным источником органического вещества, а с другой – оказывать влияние на регулирование водно-воздушного режима, что для почв с избыточным увлажнением является особо актуальным. Данный вопрос, безусловно, требует отдельного и более глубокого изучения.

Продуктивность полевых культур в период исследования в большей степени была связана с содержанием в почве органического вещества ($r=0,76$; $p=0,0000005$) и в меньшей – с водоустойчивостью почвенных агрегатов ($r=0,46$; $p=0,0000002$). Это связано с рядом объективных причин: с одной стороны, водопрочная структура является важной составляющей почвенного плодородия, характеризующей его устойчивость, а с другой – разрушение почвенных агрегатов ведет к минерализации органического вещества и получению растением дополнительно элементов питания для формирования урожая.

В среднем за период проведения исследований применение систем обработки почвы без оборота пласта (поверхностная с рыхлением и поверхностная) обуславливало достоверное снижение продуктивности полевых культур относительно отвальной обработки, что было связано с увеличением засоренности (табл. 3).

Таблица 2

Содержание органического вещества в почве (% , в среднем по факторам за период 2008-2010 гг.)

| Вариант | Слой почвы, см | | |
|---|---------------------|---------|---------------------|
| | 0-10 | 10-20 | 0-20 |
| Фактор А. Система обработки почвы, «О» | | | |
| Отвальная, « O_1 » | 2,41 | 2,44 | 2,43 |
| Поверхностная с рыхлением, « O_2 » | 2,63* | 2,59* | 2,64* |
| Поверхностно-отвальная, « O_3 » | 2,65* | 2,63* | 2,67* |
| Поверхностная, « O_4 » | 2,60* | 2,57* | 2,61* |
| НСР ₀₅ | 0,08 | 0,06 | 0,04 |
| Фактор В. Система удобрений, «У» | | | |
| Без удобрений, « $У_1$ » | 2,46 | 2,44 | 2,45 |
| N_{30} , « $У_2$ » | 2,51 | 2,52** | 2,52** |
| Солома, « $У_3$ » | 2,50 | 2,45 | 2,48 |
| Солома + N_{30} , « $У_4$ » | 2,51 | 2,50 | 2,51** |
| Солома + NPK, « $У_5$ » | 2,74** | 2,73** | 2,74 ** |
| NPK, « $У_6$ » | 2,72** | 2,71** | 2,72** |
| НСР ₀₅ | 0,07 | 0,07 | 0,05 |
| Фактор С. Система защиты растений, «Г» | | | |
| Без гербицидов, « $Г_1$ » | 2,58 | 2,58 | 2,54 |
| С гербицидами, « $Г_2$ » | 2,56 | 2,53*** | 2,52 |
| НСР ₀₅ | $F_{\phi} < F_{05}$ | 0,04 | $F_{\phi} < F_{05}$ |

Продуктивность полевых культур
(т к.ед./га, в среднем по факторам за период 2008-2010 гг.)

| Вариант | |
|--|---------|
| Фактор А. Система основной обработки почвы, «О» | |
| Отвальная, «О ₁ » | 2,68 |
| Поверхностная с рыхлением, «О ₂ » | 2,47* |
| Поверхностно-отвальная, «О ₃ » | 2,77 |
| Поверхностная, «О ₄ » | 2,36* |
| НСР ₀₅ | 0,18 |
| Фактор В. Система удобрений, «У» | |
| Без удобрений, «У ₁ » | 1,87 |
| N _{30г} , «У ₂ » | 2,11** |
| Солома 3 т/га, «У ₃ » | 2,09** |
| Солома + N _{30г} , «У ₄ » | 2,29** |
| Солома + NPK, «У ₅ » | 3,69** |
| NPK, «У ₆ » | 3,37** |
| НСР ₀₅ | 0,14 |
| Фактор С. Система защиты растений от сорняков, «Г» | |
| Без гербицидов, «Г ₁ » | 2,46 |
| С гербицидами, «Г ₂ » | 2,60*** |
| НСР ₀₅ | 0,07 |

Применение системы поверхностно-отвальной обработки способствовало формированию наибольшей продуктивности.

Внесение удобрений обеспечило достоверное увеличение продуктивности полевых культур по сравнению с системой без удобрений. Наибольшая прибавка (1,82 т к.ед./га) была зафиксирована на вариантах с внесением соломы совместно с полной нормой минеральных удобрений.

Применение гербицидов способствовало достоверному увеличению продуктивности культур за счет подавления сорного компонента агрофитоценоза.

Выводы

Снижение механического воздействия на почву способствует увеличению водоустойчивости макроструктуры и содержания органического вещества в почве. Наиболее благоприятные условия для накопления в почве органического вещества и формирования водоустойчивой структуры складываются при внесении соломы совместно с полным минеральным удобрением на варианте с поверхностно-отвальной обработкой. Это также обуславливало и увеличение продуктивности культур на данном варианте.

Применение гербицидов способствовало снижению содержания в почве органического вещества и водоустойчивости макроагрегатов, а также увеличению продуктивности культур за счет снижения засоренности. Данный вопрос требует более детального рассмотрения с учетом экологической функции, выполняемой сорными растения-

ми, и эколого-экономической оценки применяемых гербицидов.

Библиографический список

1. Poesen J.W.A. and Nearing M. A. Soil Surface Sealing and Crusting // Catena supplement 24, Catena-Verlag, Cremlingen. – 1993. – 139 p.
2. Blanco H., Lal R. Principles of Soil Conservation and Management // Springer. – 2008. – P. 620.
3. Carminati A., Flöhler H. Water Infiltration and Redistribution in Soil Aggregate Packings // Vadose Zone Journal. – 2009. – 8: 1: 150-157.
4. Шукин С.В., Воронин А.Н., Труфанов А.М., Смирнов Б.А. Изменение структурного состояния почвы под действием различных по интенсивности систем обработки, удобрений и гербицидов // Известия ТСХА. – 2007. – Вып. 2. – С. 12-18.
5. Шейн Е.В., Милановский Е.Ю. Роль и значение органического вещества в образовании и устойчивости почвенных агрегатов // Почвоведение. – 2003. – № 1. – С. 53-61.
6. Adel Titi El. Soil Tillage in Agroecosystems // CRC PRESS. – 2003. – P. 376.
7. Blanco-Canqui H. Lal R. Mechanisms of carbon sequestration in soil aggregates // Crit. Rev. Plant Sci. – 2004. – 23: 481-504.
8. Jastrow J. D. Soil aggregate formation and the accrual of particulate and mineral-associated organic matter // Soil Biology and Biochemistry. – 1996. – Vol. 28. – Issues 4-5. – April-May. – P. 665-676.