

## СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР ПРИ РАЗНЫХ СИСТЕМАХ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ

*Л.Н. Скипин д.с.-х.н., Тюменский государственный архитектурно-строительный ун-т,  
Н.В. Перфильев, к.с.-х.н., НИИСХ Северного Зауралья, Е.В. Захарова, к.б.н., Е.В. Гаевая, к.б.н.,  
Тюменский государственный архитектурно-строительный ун-т*

Установлены закономерности формирования биологического режима почвы при длительном применении основной обработки различной степени интенсивности. Это позволило научно обосновать использование наиболее эффективных ресурсосберегающих приемов и систем основной обработки почвы.

**Ключевые слова:** темно-серые лесные почвы, обработка, энергосбережение, гумус, зерновые культуры.

Развитие сельского хозяйства северной лесостепи Северного Зауралья в связи с переходом на рыночную экономику предполагает необходимость повышения эффективности затрат при возделывании сельскохозяйственных культур. Поэтому необходимо дальнейшее совершенствование зональной системы земледелия и системы обработки почвы, как одного из главных ее элементов, в направлении ресурсосбережения при сохранении почвенного плодородия.

В Северном Зауралье за последние 45-50 лет использования темно-серых лесных почв в пашне произошло снижение содержания гумуса в них с 5-6 до 3-4% [3]. Одна из причин деградации почв - недостаточный учет зональных особенностей при обработке почвы.

В Северной лесостепи Тюменской области получают 80-85% производимого в области зерна для мукомольной промышленности, в то же время темно-серые лесные почвы здесь занимают 231 тыс. га, или 27% от площади зерновых. Ученые Западно-Сибирского региона пришли к выводу, что совершенствование обработки почвы в направлении минимализации может быть эффективным при дифференцированном подходе при выборе системы обработки [1, 2].

Цель исследований - разработать и теоретически обосновать ресурсосберегающую технологию возделывания зерновых на основе совершенствования системы основной обработки почвы для темно-серых лесных почв северной лесостепи в Северном Зауралье.

Задачи исследований - изучить влияние основной обработки почвы на агрохимические показатели и биологические свойства; разработать наиболее эффективные варианты технологии основной обработки почвы.

**Методика.** В 1988-2007 гг. системы основной обработки изучали в зернопаровом севообороте, развернутом во времени и пространстве: 1 - пар; 2 - озимая рожь; 3 - пшеница; 4 - зернобобовые; 5 - ячмень. Сравнивали варианты: отвальная - вспашка на 20-22 см; безотвальная - рыхление стойками СИБИМЭ на 20-22 см; комбинированная - чередование вспашки и рыхления стойками СИБИМЭ; дифференцированная - в пару и после озимой ржи плоскорезная обработка КПЭ-3,8 на 12-14 см, вспашка под горох, под ячмень и после него дискование БДТ-2,5 на 10-12 см; комбинированно-минимальная - чередование вспашки на 20-22 см и дискования БДТ-2,5 на 10-12 см, чередование рыхления стойками СИБИМЭ на 20-22 см и дискования БДТ-2,5 на 10-12 см, чередование вспашки на 20-22 см и плоскорезного рыхления КПЭ-3,8 на 12-14 см.

**Результаты и их обсуждение.** Энергосберегающие системы обработки способствовали накоплению нитратного азота в чистом пару. Более благоприятные условия для накопления и сохранения нитратного азота были при дифференцированной системе обработки в паровом поле с плоскорезной обработкой КПЭ-3,8 на 12-14 см. К периоду возобновления вегетации озимой ржи в среднем за 1989-1993 гг. содержание N-NO<sub>3</sub> в почве увеличилось по сравнению с вариантом черного пара с

летней перепашкой ПН-4-35 в слое 0-20 см на 6,13 мг/кг почвы, или на 52,5%.

Однако обработка почвы без оборота пласта после зерновых предшественников привела к снижению содержания нитратного азота в пахотном слое относительно отвальной системы обработки почвы на 12,0-29,4%, в слое почвы 0-40 см - на 16,3-30,6% (табл. 1). Эти данные подчеркивают необходимость внесения азотных удобрений под зерновые культуры при использовании ресурсосберегающих систем обработки почвы.

**1. Содержание N-NO<sub>3</sub> в почве, мг/кг, в посевах зерновых в зависимости от системы основной обработки почвы (в среднем за 1997-2006 гг.)**

| Система основной обработки почвы | Перед посевом в слое почвы, см |       |       |      |      |
|----------------------------------|--------------------------------|-------|-------|------|------|
|                                  | 0-10                           | 10-20 | 20-40 | 0-20 | 0-40 |
| Отвальная                        | 9,91                           | 7,77  | 6,26  | 8,84 | 7,98 |
| Безотвальная                     | 9,21                           | 6,34  | 4,35  | 7,78 | 6,63 |
| Комбинированная                  | 7,16                           | 5,31  | 4,15  | 6,24 | 5,54 |
| Дифференцированная               | 6,92                           | 5,55  | 4,60  | 6,24 | 5,69 |
| Дискование БДТ-2,5               | 7,28                           | 6,49  | 5,07  | 6,88 | 6,28 |
| Плоскорезная, КПЭ-3,8            | 7,76                           | 7,40  | 4,87  | 7,58 | 6,68 |

Изучаемые системы основной обработки темно-серой лесной почвы в условиях северной лесостепи Тюменской области оказывали равное влияние на содержание подвижных форм фосфора и калия в слое почвы 0-20 см. Однако установлено, что длительное применение безотвальных и мелких обработок приводит к дифференциации профиля почвы по содержанию подвижных форм фосфора и калия, к снижению их содержания в слое почвы 20-40 см. Снижение содержания P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O в слое почвы 20-40 см составило, соответственно, 23,5-50,8 и 17,5-26,5%.

За три ротации зернопарового севооборота на фоне применения минеральных удобрений (N<sub>80</sub>P<sub>80</sub>K<sub>60</sub>), оставления соломы после уборки зерновых и зернобобовых и применения для безотвальной и мелкой обработок почвы орудий, обеспечивающих хорошее качество крошения почвы, энергосберегающие системы обработки почвы (комбинированная и безотвальная) способствовали увеличению содержания гумуса в пахотном слое почвы. Комбинированная система обработки с чередованием отвальной вспашки и безотвального рыхления перспективна, она способствует увеличению содержания гумуса в пахотном слое 0-20 см на 0,38%, а в слое 20-40 см на 1,11% к исходному содержанию (табл. 2).

Безотвальная обработка, увеличивая содержание гумуса в пахотном слое, не способствует увеличению плодородия слоя почвы 20-40 см.

Отвальная вспашка на данном агрофоне не оказывала значительного влияния на содержание гумуса. Дифференцированная система с преимущественно мелкими обработками не способствовала положительно влиянию на гумификацию почвы, стабилизируя или несколько повышая содержание его в слое 0-10 см (на 0,76%) и снижая в слое 10-40 см (на 0,79-1,14%).

**2. Содержание гумуса, %, в зависимости от системы основной обработки почвы в зернопаровом севообороте**

| Система основной обработки почвы | Слой почвы, см | Исходное (1988 г.) | Завершение            |          |                       |          |
|----------------------------------|----------------|--------------------|-----------------------|----------|-----------------------|----------|
|                                  |                |                    | 2-й ротации (1997 г.) | ± к исх. | 3-й ротации (2003 г.) | ± к исх. |
| Отвальная                        | 0-10           | 4,95               | 4,97                  | +0,02    | 4,70                  | -0,25    |
|                                  | 10-20          | 4,86               | 4,66                  | -0,20    | 4,80                  | -0,06    |
|                                  | 20-40          | 4,37               | 3,21                  | -1,16    | 3,70                  | -0,67    |
|                                  | 0-40           | 4,90               | 4,82                  | -0,08    | 4,75                  | -0,15    |
| Безотвальная                     | 0-10           | 4,44               | 4,96                  | +0,52    | 5,80                  | +1,36    |
|                                  | 10-20          | 4,34               | 4,93                  | +0,59    | 5,20                  | +0,27    |
|                                  | 20-40          | 3,79               | 2,45                  | -1,34    | 2,45                  | -1,34    |
|                                  | 0-40           | 4,39               | 4,95                  | +0,56    | 5,50                  | +1,11    |
| Комбинированная                  | 0-10           | 3,49               | 4,30                  | +0,81    | 4,80                  | +1,31    |
|                                  | 10-20          | 4,16               | 3,66                  | -0,50    | 3,60                  | -0,56    |
|                                  | 20-40          | 1,94               | 1,88                  | -0,06    | 3,60                  | +1,66    |
|                                  | 0-40           | 3,82               | 3,98                  | +0,16    | 4,20                  | +0,38    |
| Дифференцированная               | 0-10           | 4,44               | 5,18                  | +0,74    | 5,20                  | +0,76    |
|                                  | 10-20          | 4,34               | 4,53                  | +0,19    | 3,20                  | -1,14    |
|                                  | 20-40          | 3,79               | 2,42                  | -1,37    | 3,00                  | -0,79    |
|                                  | 0-40           | 4,39               | 4,86                  | +0,47    | 4,20                  | -0,19    |
|                                  | 0-40           | 4,19               | 4,04                  | -0,15    | 3,80                  | -0,39    |

На фоне комплексной химизации в среднем за 1988-2007 гг. различные системы обработки обеспечивали получение урожайности зерновых и зернобобовых культур, выход зерна с 1 га севооборотной площади, близкие варианту отвальной системы обработки (табл. 3).

При этом системы обработки почвы с элементами минимизации (безотвальная, комбинированная, дифференцированная, с применением безотвального рыхления стойками СиБИМЭ на 20-22 см, культиватора КПЭ-3,8 на 12-14 см, дискования БДТ-2,5 на 10-12 см) в засушливые и благоприятные по увлажненности годы обеспечивают равную отвальной системе обработки продуктивность зернопарового севооборота. В годы, близкие по увлажнению к среднемуголетним, данные системы обработки снижали выход зерна на 0,08-0,11 т/га.

Ресурсосберегающие системы обработки на фоне без применения удобрений снижают урожайность повторных посевов зерновых – пшеницы по зерновому предшественнику на 0,18-0,35 т/га и обеспечивают равную контролю ее урожайность на фоне применения удобрений. Независимо от фона применения удобрений, эти системы обработки обеспечивают

равную варианту вспашки урожайность озимой ржи (по пару), зернобобовых, ячменя (по зернобобовым), на которых условия азотного питания были более благоприятны, чем при возделывании зерновых по зерновым (табл. 4).

**3. Урожайность сельскохозяйственных культур зернопарового севооборота в зависимости от системы основной обработки почвы в годы с различной увлажненностью**

| Система основной обработки почвы  | Урожайность, т/га |         |              |        | Выход зерна, т/га |
|---|-------------------|---------|--------------|--------|-------------------|
|   | озимая рожь       | пшеница | зернобобовые | ячмень |                   |
| <i>В среднем за 1988-2007 гг.</i>   |                   |         |              |        |                   |
| Отвальная   | 3,53              | 2,84    | 1,77         | 3,17   | 2,26              |
| Безотвальная  | 3,45              | 2,76    | 1,68         | 3,23   | 2,22              |
| Комбинированная   | 3,44              | 2,74    | 1,68         | 3,12   | 2,20              |
| Дифференцированная  | 3,51              | 2,79    | 1,78         | 3,10   | 2,24              |
| НСР <sub>05</sub>   | 0,18              | 0,33    | 0,16         | 0,18   |                   |
| <i>В среднем за годы, близкие к среднемуголетним (1990, 1993, 1994, 1996, 2006, 2007)</i> |                   |         |              |        |                   |
| Отвальная   | 3,70              | 2,66    | 1,80         | 3,28   | 2,29              |
| Безотвальная  | 3,50              | 2,68    | 1,71         | 3,05   | 2,19              |
| Комбинированная   | 3,59              | 2,57    | 1,70         | 3,06   | 2,18              |
| Дифференцированная  | 3,72              | 2,50    | 1,83         | 3,00   | 2,21              |
| НСР <sub>05</sub>   | 0,37              | 0,17    | 0,18         | 0,34   |                   |
| <i>В среднем за засушливые годы (1988, 1989, 1991, 1997, 1998, 2000, 2004)</i>            |                   |         |              |        |                   |
| Отвальная   | 2,87              | 1,75    | 1,63         | 2,29   | 1,71              |
| Безотвальная  | 3,01              | 1,63    | 1,47         | 2,46   | 1,71              |
| Комбинированная   | 2,91              | 1,58    | 1,52         | 2,33   | 1,67              |
| Дифференцированная  | 2,93              | 1,68    | 1,63         | 2,35   | 1,72              |
| НСР <sub>05</sub>   | 0,32              | 0,20    | 0,32         | 0,32   |                   |
| <i>В среднем за благоприятные годы (1992, 1995, 1999, 2001, 2002, 2003, 2005)</i>         |                   |         |              |        |                   |
| Отвальная   | 3,96              | 4,10    | 1,90         | 4,09   | 2,81              |
| Безотвальная  | 3,79              | 3,94    | 1,92         | 4,31   | 2,79              |
| Комбинированная   | 3,78              | 4,06    | 1,86         | 4,10   | 2,76              |
| Дифференцированная  | 3,87              | 4,14    | 1,91         | 4,09   | 2,80              |
| НСР <sub>05</sub>   | 0,19              | 0,08    | 0,18         | 0,25   |                   |

Влияние ресурсосберегающих систем основной обработки на урожайность, выход зерна следует рассматривать как положительное. В отличие от результатов наших исследований (1976-1988 гг.) на темно-серой лесной почве опытного участка, доказана возможность применения данных технологий основной обработки почвы без снижения продуктивности пашни, что говорит о целесообразности перехода на ресурсосберегающие технологии обработки почвы.

**4. Урожайность культур зернопарового севооборота в зависимости от системы основной обработки почвы на фоне внесения минеральных удобрений и без них (в среднем за 1996-2007 гг.)**

| Система основной обработки                  | Урожайность, т/га |      |         |      |              |      |        |      | Выход зерна, т/га |      |
|---|-------------------|------|---------|------|--------------|------|--------|------|-------------------|------|
|   | озимая рожь       |      | пшеница |      | зернобобовые |      | ячмень |      | б/у               | с/у  |
|   | б/у               | с/у  | б/у     | с/у  | б/у          | с/у  | б/у    | с/у  |                   |      |
| <i>Глубокая обработка</i>                   |                   |      |         |      |              |      |        |      |                   |      |
| Отвальная, ПН-4-35                          | 3,01              | 3,30 | 2,52    | 3,01 | 1,68         | 2,10 | 2,83   | 3,48 | 2,01              | 2,38 |
| Безотвальная, ЛП-0,35                       | 2,91              | 3,26 | 2,18    | 2,81 | 1,77         | 2,00 | 2,79   | 3,48 | 1,93              | 2,31 |
| Комбинированная                             | 2,92              | 3,19 | 2,34    | 2,82 | 1,77         | 2,03 | 2,81   | 3,44 | 1,96              | 2,30 |
| <i>Поверхностная обработка</i>              |                   |      |         |      |              |      |        |      |                   |      |
| Дискование, БДТ-2,5                         | 2,91              | 3,23 | 2,30    | 2,86 | 1,57         | 1,87 | 2,86   | 3,46 | 1,93              | 2,28 |
| Плоскорезная, КПЭ-3,8                       | 3,06              | 3,30 | 2,17    | 2,90 | 1,93         | 1,89 | 2,73   | 3,41 | 1,98              | 2,30 |
| Дифференцированная                          | 3,04              | 3,32 | 2,34    | 2,90 | 1,94         | 2,10 | 2,74   | 3,35 | 2,01              | 2,33 |
| <i>Комбинированно-минимальная обработка</i> |                   |      |         |      |              |      |        |      |                   |      |
| Чередование вспашки и дискования            | 2,90              | 3,35 | 2,37    | 2,98 | 1,88         | 2,13 | 2,78   | 3,37 | 1,99              | 2,37 |
| Чередование рыхления ЛП-0,35 и дискование   | 2,92              | 3,28 | 2,45    | 2,90 | 1,77         | 1,94 | 2,75   | 3,36 | 1,98              | 2,30 |
| Чередование вспашки и КПЭ-3,8               | 2,88              | 3,29 | 2,28    | 2,90 | 1,90         | 2,13 | 2,78   | 3,40 | 1,97              | 2,34 |

**Заключение.** Обработка почвы без оборота пласта после зерновых предшественников приводит к снижению содержания нитратного азота в пахотном слое на 12,0-29,4%, в слое почвы 0-40 см на 16,3-30,6%.

Изучаемые системы обработки оказывали равнозначное влияние на содержание подвижных форм фосфора и калия в

слое почвы 0-20 см. Однако, длительное применение безотвальных и мелких обработок приводит к дифференциации профиля почвы по снижению их содержания в слое почвы 20-40 см: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> на 23,5-50,8%, K<sub>2</sub>O на 17,5-26,5%.

Применение комбинированной системы основной обработки в течение трех ротаций пятипольного зернопарового

севооборота на фоне минеральных удобрений ( $N_{80}P_{80}K_{60}$ ) способствовало увеличению содержания гумуса в пахотном (0-20 см) слое почвы на 0,38%, в слое 20-40 см на 1,11% к исходному его содержанию.

Безотвальная обработка, увеличивая содержание гумуса в пахотном слое на 1,11%, снижала его в слое почвы 20-40 см. Отвальная система обработки на данном агрофоне не оказывала значительного влияния на содержание гумуса.

На фоне комплексной химизации различные системы обработки в зернопаровом севообороте обеспечивали получение урожайности зерновых и зернобобовых культур, выход зерна с 1 га севооборотной площади и его качество, близкие варианту вспашки. При этом ресурсосберегающие системы обработки на фоне без применения удобрений ведут к снижению урожайности повторных посевов зерновых – пшеницы по зерновому предшественнику на 0,18-0,35 т/га и обеспечивают

равную варианту вспашки ее урожайность на фоне применения удобрений.

Независимо от фона применения удобрений, эти системы обработки обеспечивают равную варианту вспашки урожайность озимой ржи (по пару), зернобобовых, ячменя (по зернобобовым), на которых условия азотного питания были более благоприятны, чем при возделывании зерновых по зерновым.

#### *Литература*

1. *Абрамов Н.В.* Производительность агроэкосистем и состояние плодородия почв в условиях Западной Сибири / ГАУ Северного Зауралья. – Тюмень, 2013. – 254 с.
2. *Власенко Н.Г.* Практическая реализация системного подхода в защите растений / Н.Г. Власенко, Т.П. Садохина, Н.А. Коротких. – Новосибирск, 2009. – 177 с.
3. *Каретин Л.Н.* Почвы Тюменской области / Л.Н. Каретин. – Новосибирск: Наука. Сиб. Отд-ние, 1990. – 286 с.

### **THE STATE OF SOIL AND THE YIELD OF CROPS UNDER DIFFERENT SYSTEMS OF BASIC CULTIVATION**

*L.N. Skipin<sup>1</sup>, N.V. Perfil'ev<sup>2</sup>, E.V. Zakharova<sup>1</sup>, E.V. Gaevaya<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Tyumen State University of Architecture and Civil Engineering, ul. Lunocharskogo 2, Tyumen, 625000 Russia,*

*E-mail: ele-gaevaya@ya.ru*

*<sup>2</sup>Research Institute of Agriculture of Northern Trans-Ural, Russian Academy of Agricultural Sciences, ul. Burlaki 2, Moskovsky, Tyumen oblast, 625501 Russia*

*Regularities of the biological regime of soil under the long-term basic cultivation of different intensity have been established, which allowed justifying the use of the most efficient and resource-saving methods and systems of basic cultivation.*

*Keywords: dark gray forest soils, cultivation, energy conservation, humus, cereal crops.*