

**Я.З. Каипов**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий лабораторией;  
**С.А. Лукьянов**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник;  
**З.Р. Султангазин**, научный сотрудник,  
*ФГБНУ Башкирский НИИ сельского хозяйства*  
(450059, г. Уфа, ул. Рихарда Зорге, 19, тел. 8 347 223 07 08, email: [akaipov@mail.ru](mailto:akaipov@mail.ru))

## **ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗВЕНА ЗЕРНОПАРОВОГО СЕВООБОРОТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ**

Анализ преимуществ и недостатков отвальной, безотвальной и минимальной обработок почвы приводит к необходимости исследования комбинированной обработки. Полевые опыты проведены в научном подразделении Башкирского НИИ сельского хозяйства, расположенном в степном Зауралье Башкортостана. Климат зоны – засушливый, осадки за период с температурами выше 10<sup>0</sup> не превышают 150 мм. Почва – чернозем обыкновенный среднегумусный, тяжелосуглинистый. Схема опыта включала: отвальную обработку – вспашка на 20-22 см под пшеницу, 25-27 см под горох; безотвальную обработку – чизельное рыхление на 25-27 см под пшеницу, 28-30 см – под горох; комбинированную обработку – дискование на 8-10 см под пшеницу, чизельное рыхление на 28-30 см под горох. В результате исследований установлено положительное влияние безотвальной и комбинированной обработок на улучшение водно-физических свойств почвы и на зерновую продуктивность звена зернопарового севооборота. Проанализирована вариация урожайности зерна яровой пшеницы и гороха в зависимости от условий увлажнения года и от способов обработки почвы. Определена более высокая эффективность комбинированной обработки не только в повышении урожайности зерна, но и в сокращении затрат в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур.

**Ключевые слова:** чернозем обыкновенный, отвальная, безотвальная, комбинированная обработка, зернопаровой севооборот, зерновая продуктивность.

**Ya.Z. Kaipov**, Doctor of Agricultural Sciences, docent, head of the laboratory;  
**S.A. Lukyanov**, Candidate of Agricultural Sciences, senior research officer;  
**Z.R. Sultangazin**, research officer,  
*FSBSI Bashkirsky RI of agriculture*  
(450059, Ufa, R. Zorge Str., 19; tel: 8 347 223 07 08, email: [akaipov@mail.ru](mailto:akaipov@mail.ru))

## THE PRODUCTIVITY OF GRAIN-FALLOW ROTATION SEQUENCE IN DEPENDENCE OF TILLAGE TECHNOLOGY

The analysis of the advantages of moldboard, subsoil and minimum tillage shows the necessity to study a combined tillage. The trials have been conducted in a research department of Bashkirsky RIA, located in the steppe Zauralie of the Republic of Bashkortostan. The climate of the area is dry; the amount of precipitations with the temperature of  $10^0$  is about 150 mm. The soil is medium-humus, heavy loamy black earth (chernozem). The experiment included moldboard plowing on 20-22 cm for wheat, 25-27 cm for peas; subsoil plowing (chisel tillage) on 25-27 cm for wheat and 28-30 cm for peas; combined plowing (disk tillage) on 8-10 cm for wheat and chisel tillage on 28-30 cm for peas. The study of the results showed a positive effect of subsoil and combined tillage on the improvement of water-physical properties of soil and on grain productivity of grain-fallow rotation sequence. The variants of productivity of spring wheat and peas in dependence of the annual humidity and tillage technologies have been analyzed. The high efficiency of a combined tillage for both increase of grain productivity and decrease of tillage costs has been established.

**Keywords:** *black soil (chernozem), moldboard tillage, subsoil tillage, combined tillage, grain-fallow rotation sequence, grain productivity.*

**Введение.** В настоящее время в науке нет единого мнения об эффективности того или иного способа обработки почвы, адаптированного к определенной почвенно-климатической зоне. Признается неэффективность систематической вспашки в воспроизводстве плодородия почвы, защите её от эрозии. В качестве альтернативы отвальной обработке рекомендуются комбинированные системы, с одной стороны, а также систематические мелкие, поверхностные и нулевые обработки, с другой стороны. Доводы сторонников второго направления сводятся, в основном, к экономии горюче-смазочных материалов, высокой производительности и рентабельности производства. Однако игнорируются такие зональные особенности в земледелии, как тяжелый гранулометрический состав почвы, засоренность полей, отсутствие необходимой технологической дисциплины в сельскохозяйственных предприятиях, излишняя химизация технологий, из-за чего энергоемкость минимальных и нулевых обработок доводится до уровня вспашки [1]. При комбинированной обработке более успешно преодолеваются вышеприведенные затруднения [2,3]. Длительное применение дифференцированной и безотвальной обработок способствует улучшению водно-физических свойств почвы. Это позволяет в неблагоприятные по увлажнению годы уменьшить зависимость формирования урожайности пшеницы от запасов влаги [4]. В

связи с этим изучение сочетания различных способов основной обработки почвы, направленных на достижение максимального влагонакопления, снижения энергозатрат в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур, повышения урожайности является актуальной проблемой.

Целью исследований являлась разработка эффективных способов основной обработки почвы в звене зернопарового севооборота в условиях Зауральской степи Республики Башкортостан.

**Материалы и методы.** Исследования выполняли в Баймакском научном подразделении Башкирского НИИ сельского хозяйства в 2006-2011 гг. методом проведения полевого опыта и лабораторных анализов. Рельеф опытного участка – равнинный, почва – чернозем обыкновенный, обладает близкой к нейтральной реакцией среды ( $pH_{\text{сол.}} 5,6$ ). Гидролитическая кислотность невысокая (2,0 мг-экв на 100 г почвы), высокая степень насыщенности основаниями (93 %). Содержание гумуса – 6,3 %; обеспеченность подвижным фосфором по Чирикову низкая - 36 мг/кг; обменным калием в (0,5 Н  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) вытяжке – высокая, 215 мг/кг.

В степном Зауралье, где расположено опытное поле, сумма температур выше 10 °С составляет 2100-2200 °С, осадки за этот период не превышают 150 мм. Зима малоснежная, высота снежного покрова к концу зимы бывает 20 - 30 см. В годы исследований относительно благоприятные условия вегетации сложились в 2006, 2007, 2008 и 2011 гг. Неблагоприятные по осадкам (сильно засушливые условия) наблюдались в 2009 и 2010 г.

Полевые исследования проводили в звене «яровая пшеница – горох – яровая пшеница» шестипольного зернопарового севооборота с чередованием культур: 1. Пар чистый и сидеральный. 2. Яровая пшеница. 3. Яровая пшеница. 4. Горох. 5. Яровая пшеница. 6. Ячмень.

В делянках опыта с размещением определенной культуры звена севооборота закладывали следующие варианты основной обработки почвы.

1. Отвальная (контроль). Ежегодная вспашка плугом ПН-4-35 (под посев гороха на 25-27 см, под посев яровой пшеницы на 20-22 см);
2. Безотвальная. Чизельная обработка ПЧ-2,5 (под посев яровой пшеницы на 25-27 см, под посев гороха 28-30 см).
3. Комбинированная обработка (чизельное рыхление под посев гороха на 28-30 см, дискование БДТ-3 под посев яровой пшеницы на 8-10 см).

Площадь делянки с вариантом обработки почвы – 1350 м<sup>2</sup>. Расположение делянок – последовательное, повторность – трехкратная в пространстве и во времени.

В опыте возделывали яровую пшеницу Саратовская 55, горох Чишминский 95. Применяли рекомендованные сроки и способы посева, нормы высева, глубину заделки семян и другие агротехнические приёмы для степного Зауралья.

**Результаты.** Урожайность – один из главных показателей эффективности использования агротехнологических приёмов при возделывании сельскохозяйственных культур. В общем комплексе агротехнических мероприятий, обеспечивающих повышение урожайности сельскохозяйственных культур, ведущие места занимают применение удобрений и основная обработка почвы.

В наших многолетних опытах способы обработки почвы оказали влияние на урожайность зерна в звене экспериментального зернопарового севооборота. Анализ изменений характеристик почвы при исследуемых способах обработки показывает, что на различия в урожайности культур и зерновой продуктивности звена зернопарового севооборота основное влияние оказали агрофизические свойства. Остальные свойства почвы существенно не изменялись под влиянием способов обработки и не могли повлиять на появление различий в продуктивности растений.

В среднем за три года (2006-2009гг.) комбинированная обработка способствовала повышению урожайности зерна яровой пшеницы по сравнению с отвалной обработкой на 0,18 ц/га, безотвальная – на 0,16 т/га при уровне урожайности на отвалной обработке 2,44 т/га (табл. 1). Ежегодно полученные прибавки были статистически доказуемыми и поэтому являются надежными показателями положительного влияния безотвальных способов обработки почвы на увеличение урожайности зерна с единицы площади посева.

1. Урожайность зерна яровой пшеницы (предшественник - яровая пшеница)  
в звене севооборота в зависимости от способов обработки  
почвы

| Обработка почвы      | Орудие для обработки | Урожайность, т/га |      |      |         |                          |
|----------------------|----------------------|-------------------|------|------|---------|--------------------------|
|                      |                      | 2006              | 2008 | 2009 | среднее | превышение над контролем |
| Отвальная (контроль) | ПН-4-35              | 3,01              | 3,22 | 1,11 | 2,44    | -                        |
| Безотвальная         | ПЧ-2,5               | 3,22              | 3,30 | 1,29 | 2,60    | +0,16                    |
| Комбинированная      | БДТ-3, ПЧ-2,5        | 3,37              | 3,26 | 1,25 | 2,62    | +0,18                    |
| НСР 05               |                      | 0,23              | 0,10 | 0,08 | -       | -                        |

Динамика изменений урожайности в зависимости от способов обработки почвы свидетельствует о стабильности проявления закономерностей испытываемых факторов.

Влияние способов обработки почвы на урожайность гороха в общих чертах такое же, как и на пшенице (табл. 2).

2. Урожайность зерна гороха в звене севооборота в зависимости от способов обработки почвы

| Обработка            | Урожайность, т/га |      |      |         |                          |
|----------------------|-------------------|------|------|---------|--------------------------|
|                      | 2007              | 2009 | 2010 | среднее | превышение над контролем |
| Отвальная (контроль) | 2,92              | 1,23 | 0,60 | 1,58    | —                        |
| Безотвальная         | 3,07              | 1,38 | 0,61 | 1,68    | +0,1                     |
| Комбинированная      | 3,13              | 1,34 | 0,55 | 1,67    | +0,09                    |
| НСР 05               | 0,14              | 0,10 | 0,07 | —       | —                        |

В двух годах (2007 и 2009) из трех лет испытания в вариантах безотвальной и комбинированной обработок получены достоверные прибавки урожайности зерна гороха (от 0,11 до 0,21 т/га), к уровню урожайности на отвальной обработке. В острозасушливом 2010 году урожайность при всех обработках была крайне низкая и достоверной разницы между вариантами не наблюдалось. В среднем за три года безотвальная обработка повысила урожайность зерна гороха относительно урожайности при отвальной обработке на 0,1 т/га (на 6,3 %), комбинированная обработка – на 0,09 т/га (на 6,0 %).

На урожайность зерна яровой пшеницы (предшественник – горох) способы обработки почвы влияли в таком же направлении, как и на яровой пшенице по пшенице (табл. 3).

3. Урожайность зерна яровой пшеницы (предшественник – горох) в звене севооборота в зависимости от способов обработки почвы

| Обработка            | Урожайность, т/га |      |      |         |                          |
|----------------------|-------------------|------|------|---------|--------------------------|
|                      | 2008              | 2010 | 2011 | среднее | Превышение над контролем |
| Отвальная (контроль) | 3,04              | 0,49 | 2,47 | 2,00    | -                        |
| Безотвальная         | 3,66              | 0,49 | 2,39 | 2,18    | +0,18                    |

|                 |      |      |      |      |       |
|-----------------|------|------|------|------|-------|
| Комбинированная | 3,62 | 0,50 | 2,23 | 2,12 | +0,12 |
| НСР 05          | 0,17 | 0,08 | 0,16 | -    | -     |

В среднем за 2008-2011 гг. комбинированная обработка повысила урожайность зерна яровой пшеницы на 0,12 т/га (на 6,0 %), безотвальная – на 0,18 т/га (на 9,0 %) по сравнению с отвальной обработкой.

На изменение величины урожайности испытываемых культур наибольшее влияние оказали условия увлажнения года. Континентальность климата и связанное с ней частое чередование лет с различным количеством атмосферных осадков приводят к периодическим резким колебаниям урожайности. За годы исследований наибольшая амплитуда изменчивости урожайности наблюдалась у гороха. Разница в урожайности за отдельные годы достигала значений от 57 до 80 %. Для пшеницы этот показатель был значительно ниже – от 4 до 62 %, что указывает на более высокую устойчивость этой культуры к неблагоприятным условиям вегетационного периода.

Разница в урожайности, появившаяся от влияния способов обработки почвы, была небольшой. Обе культуры характеризовались похожей реакцией на способы обработки почвы. На это указывают примерно равные интервалы колебаний их урожайности в зависимости от обработки – от 3 до 16 %. Меньшие различия наблюдались в благоприятные годы, большие – в засушливые. Это свидетельствует о том, что роль влагосберегающих обработок, которыми являются безотвальная и комбинированная обработки, возрастает в годы со значительным дефицитом влаги.

В среднем за 2006-2011 гг. лучшую зерновую продуктивность звена зернопарового севооборота обеспечили безотвальная и комбинированная обработки почвы (табл. 4).

#### 4. Урожайность культур и продуктивность звена зернопарового севооборота в зависимости от способов обработки почвы, т/га (среднее за 2006-2011 гг.).

| Обработка почвы      | Пшеница по пшенице | Горох | Пшеница по гороху | Среднее по культурам | Превышение над контролем |
|----------------------|--------------------|-------|-------------------|----------------------|--------------------------|
| Отвальная (контроль) | 2,44               | 1,58  | 2,00              | 2,01                 | —                        |
| Безотвальная         | 2,60               | 1,68  | 2,13              | 2,15                 | +0,14                    |
| Комбинированная      | 2,62               | 1,67  | 2,11              | 2,13                 | +0,12                    |

Сбор зерна с 1 га посевов в этих вариантах составил от 2,01 до 2,15 т. Прибавка, по сравнению с отвальной обработкой, составила: при безотвальной – 0,14, при комбинированной – 0,12 т/га.

Основное положительное влияние оказали благоприятные агрофизические свойства почвы. Лабораторно-полевыми исследованиями установили, что при безотвальной и комбинированной обработке содержание агрономически ценных структурных фракций в почве стало значительно выше, чем на отвальной обработке (табл. 5).

5. Влияние способов обработки почвы на содержание агрономически ценных агрегатов в слое 0-20 см (в среднем за 2006-2011 гг.)

| Обработка почвы      | Содержание структурных агрегатов размером 0,25 - 10 мм, %. |        |                     |                                   |
|----------------------|------------------------------------------------------------|--------|---------------------|-----------------------------------|
|                      | Яровая*<br>пшеница                                         | Горох* | Яровая**<br>пшеница | Среднее<br>в звене<br>севооборота |
| Отвальная (контроль) | 77,6                                                       | 84,6   | 83,4                | 81,8                              |
| Безотвальная         | 81,7                                                       | 87,5   | 83,8                | 84,3                              |
| Комбинированная      | 80,0                                                       | 87,6   | 83,3                | 83,6                              |
| НСР <sub>05</sub>    | 2,3                                                        | 2,7    | 3,0                 |                                   |

\*- предшественник – яровая пшеница, \*\*- предшественник – горох.

В среднем содержание агрономически ценных фракций в слое почвы 0-20 см на комбинированной обработке повысилось до 83,6 и безотвальной – до 84,3 %, что выше контроля на 1,8-2,5 %. Пахотный слой становился более плотным. Периодическое чередование поверхностной обработки почвы с глубоким рыхлением чизелем в нашем опыте препятствовало излишнему уплотнению пахотного слоя. Плотность почвы не превышала 1,15-1,22 г/см<sup>3</sup>, что ненамного выше показателей при отвальной обработке. Однако, по данным Алабушева А.В. и др. (2015), при систематической поверхностной обработке почва может уплотняться выше оптимального интервала и привести к снижению общей продуктивности севооборота. В то же время длительная поверхностная обработка почвы повышает коэффициент энергетической эффективности [5].

Такая структура и сложение почвы при безотвальных обработках способствовали повышению содержания продуктивной влаги в метровом слое, что, в свою очередь, выступило главным фактором увеличения урожайности культур в условиях засушливой степи (табл. 6).

6. Влияние способов обработки почвы на динамику продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм.  
(среднее за 2006-2011 гг.)

| Культура | Обработка почвы | Фазы роста и развития растений |                |           |                |                 |                |
|----------|-----------------|--------------------------------|----------------|-----------|----------------|-----------------|----------------|
|          |                 | полные всходы                  | +/- к контролю | колошение | +/- к контролю | полная спелость | +/- к контролю |
| Яровая   | отвальная       | 45,4                           | -              | 37,4      | -              | 13,6            | -              |

|                  |                 |      |      |      |      |      |      |
|------------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|
| пшеница*         | безотвальная    | 51,7 | +6,3 | 38,6 | +1,2 | 13,7 | +0,1 |
|                  | комбинированная | 51,6 | +6,2 | 40,5 | +3,1 | 13,9 | +0,3 |
| Горох*           | отвальная       | 69,3 | -    | 26,2 | -    | 18,9 | -    |
|                  | безотвальная    | 72,0 | +2,7 | 29,8 | +3,6 | 18,6 | -0,3 |
|                  | комбинированная | 71,5 | +2,2 | 30,5 | +4,3 | 20,4 | +1,5 |
| Яровая пшеница** | отвальная       | 71,2 | -    | 18,5 | -    | 9,8  | -    |
|                  | безотвальная    | 77,6 | +6,4 | 20,4 | +1,9 | 9,6  | -0,2 |
|                  | комбинированная | 76,7 | +5,5 | 22,1 | +3,6 | 10,9 | +1,1 |

\*- предшественник – яровая пшеница; \*\*- предшественник – горох.

В фазах развития «полные всходы и колошение» (образование бобов у гороха) у всех трех культур содержание продуктивной влаги в почве было значительно более высоким на безотвальной и комбинированной обработках по сравнению с отвальной обработкой. Разница составляла от 2,2 мм (3,2 %) до 6,4 мм (9,0 %) в фазу всходов и от 1,2 мм (3,2 %) до 4,3 мм (16 %) в фазу колошения (образования бобов). В фазе «полная спелость зерна» установилось примерно одинаковое количество продуктивной влаги в метровом слое почвы по всем исследуемым обработкам.

Прибавки в урожайности пшеницы и гороха от влияния безотвальной и комбинированной обработок, полученные в нашем опыте, относительно небольшие. Однако при учете экономической эффективности значение указанных обработок возрастает. Наибольшим экономическим эффектом обладает комбинированная обработка, так как при этой обработке рыхлению подвергается лишь поверхностный слой почвы до 8-10 см вместо глубокой вспашки при отвальной обработке до 22-27 см. Производственные затраты в технологиях с комбинированной обработкой сокращаются до 400 руб./га. Рентабельность производства по поверхностной и комбинированным обработкам достигает 120 % (по отвальной обработке этот показатель составляет примерно до 98 %). Безотвальная обработка по экономической эффективности занимает промежуточное положение между комбинированной и отвальной обработками.

**Выводы.** Безотвальная и комбинированная обработки, увеличивая содержание продуктивной влаги в почве - лимитированный фактор в зоне исследований, способствуют формированию более высокой, чем на отвальной обработке, урожайности культур зернопарового севооборота. Наиболее высокие показатели экономической эффективности достигаются при комбинированной обработке, включающей поверхностные обработки дисковыми орудиями на 8-10 см под яровую пшеницу после

пшеницы и после гороха, а также чизельное рыхление на 28-30 см под горох. Производственные затраты в технологиях с комбинированной обработкой сокращаются до 400 руб./га. Рентабельность производства по поверхностной и комбинированной обработкам достигает 120 %.

### **Литература**

1. Черкасов, Г.Н. Возможность применения нулевых и поверхностных способов основной обработки почвы в разных регионах / Г.Н. Черкасов, И.Г. Пыхтин, А.В. Гостев // Земледелие. – 2014. – № 5. – С. 13-16.
2. Лыков, А.М. К проблеме экологизации обработки почвы в современных системах земледелия / А.М. Лыков, А.Г. Прудникова, А.Д. Прудников // Плодородие. – 2006. – № 6. – С. 2-5.
3. Орзик, Л.С. Состояние и перспективы производства кормов на полевых землях Российской Федерации / Л.С. Орзик, В.Г. Рябов, А.С. Шпаков. – М.: Росинформагротех, 2007. – 108 с.
4. Абрамов, Н.В. Формирование урожайности и показателей качества зерна яровой пшеницы при различных системах основной обработки почвы / Н.В. Абрамов, В.А. Федоткин, А.С. Иваненко // Аграрный вестник Урала. – 2012. – №6. – С. 8-13.
5. Алабушев, А.В. Изменение продуктивности сельскохозяйственных культур под воздействием однотипных способов обработки почвы / А.В. Алабушев, А.А. Сухарев, А.С. Попов, С.И. Камбулов, А.Я. Логвинов // Земледелие. – 2015. – № 8. – С. 25-28.

### **Literature**

1. Cherkasov, G.N. The possibility of the application of zero and surface tillage methods in different regions / G.N. Cherkasov, I.G. Pykhtin, A.V. Gostev // Agriculture. – 2014. – № 5. – PP. 13-16.
2. Lykov, A.M. To the problem of tillage ecologization in the present agricultural systems / A.M. Lykov, A.G. Prudnikova, A.D. Prudnikov // Fertility. – 2006. – № 6. – PP. 2-5.
3. Orsik, L.S. The state and prospects of forage production on the fields of RF / L.S. Orsik, V.G. Ryabov, A.S. Shpakov. – M.: Rosinformagrotekh, 2007. – 108 p.
4. Abramov, N.V. The formation of yields and traits of spring wheat quality at various tillage systems / N.V. Abramov, V.A. Fedotkin, A.S. Ivanenko // Agricultural Vestnik of the Urals. 2012. – №6. - PP. 8-13.

5. Alabushev, A.V. The effect of one type tillage on productivity of grain crops / A.V. Alabushev, A.A.Sukharev, A.S. Popov, S.I. Kambulov, A.Ya. Logvinov // Agriculture. – 2015. – № 8. – PP. 25-28.