

Е.Д. Кривошеева, старший научный сотрудник;
Н.В. Нехорошова, научный сотрудник;
А.А. Сухарев, кандидат сельскохозяйственных наук;
Г.В. Метлина, кандидат сельскохозяйственных наук,
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур
им. И. Г. Калининко
(347740, г. Зерноград, Научный городок, д.3; vniizk30@mail.ru)

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ И УРОЖАЙНОСТЬ В ПОСЕВАХ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОСНОВНОГО СПОСОБА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

В длительном стационарном опыте в южной зоне Ростовской области изучали влияние способов основной обработки почвы на динамику содержания основных элементов питания в посевах мягкой озимой пшеницы. Опыт заложен в 2007 году на полях ФГБНУ ВНИИЗК им. И.Г. Калининко. Исследования проводили в 4-х полном севообороте. Почва опытного участка – чернозём обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый. Изучали 3 способа основной обработки почвы – поверхностный, безотвальный и отвальный. Проанализированы данные 3-х лет исследований динамики содержания основных элементов питания (азот нитратный, фосфор подвижный, калий обменный) в слоях 0-10, 10-20, 20-30 см в течение вегетации сельскохозяйственной культуры при использовании данных обработок. Суммарное содержание основных элементов питания в слое почвы 0-30 см в течение вегетации культуры на вариантах опыта значительных различий не показало. При послойном анализе почвы было выявлено, что при поверхностной обработке почвы содержание подвижных форм азота и фосфора выше, чем при отвальной и безотвальной. В период колошения содержание нитратного азота в слое 0-20 см при поверхностной обработке превышало их содержание в вариантах с безотвальной и отвальной обработкой на 55, фосфора – на 17-16%. Высокая обеспеченность минеральным питанием при достаточной влагообеспеченности и благоприятном температурном режиме способствовала формированию максимальной урожайности культуры – 5,23 т/га при использовании поверхностного способа. За годы изучения большее содержание азота нитратного и фосфора подвижного выявлено в слоях 0-20 см при использовании поверхностного способа обработки, а калия – при использовании отвального способа. При минимальной обработке почвы обменный калий накапливался в основном в верхнем слое почвы, тогда как глубокая вспашка способствует

процессам минерализации всего пахотного слоя и ведет к равномерному накоплению доступного калия в пахотном слое почвы. Экономическая и биоэнергетическая оценки эффективности влияния способов обработки на урожайность мягкой озимой пшеницы показали, что благодаря снижению затрат и росту продуктивности растений при поверхностной обработке рентабельность возделывания озимой пшеницы достигала 107,7 - 192,8 %, а коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ) – 2,7 - 5,5 в зависимости от уровня урожайности, тогда как при отвальной обработке варьирование уровня рентабельности составило 52,5 - 163,5%, КЭЭ – 1,8 - 4,6 и при безотвальной – 70,0 - 72,4% и КЭЭ - 2,3 - 5,1.

Ключевые слова: почва, обработка, поверхностная, отвальная, безотвальная, азот, фосфор, калий, фаза вегетации, озимая пшеница.

E.D. Krivosheeva, senior research associate;

N.V. Nekhoroshova, research associate;

A.A. Sukharev, Candidate of Agricultural Sciences;

G.V. Metlina, Candidate of Agricultural Sciences,

*FSBSI All-Russian Research Institute of Grain Crops after I.G. Kalinenko
(347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; vniizk30@mail.ru)*

DYNAMICS OF THE CONTENTS OF THE MAIN ELEMENTS OF NUTRITION AND PRODUCTIVITY OF WINTER SOFT WHEAT DEPENDING ON THE PRIMARY METHOD OF TILLAGE

The long-term trials in the southern part of the Rostov region showed that the primary method of tillage had a great effect on the dynamics of the contents of the main elements of nutrition and productivity of winter soft wheat. The experiments were started with 4 crop rotation sequences in 2007 on the fields of FSBSI ARRIGC after I.G. Kalinenko. The soil of the plot was ordinary carbonate loam black earth (chernozem). There were studied three methods of tillage, surface, subsoil and moldboard. There were analyzed the data of three year research of the dynamics of the contents of the main elements of nutrition (nitrate nitrogen, movable phosphorus, exchangeable potassium) in the layers of 0-10, 10-20, 20-30 cm during the vegetation of the crop under the use of mentioned methods of tillage. There was no significant difference in the total contents of the main elements of nutrition in the layer 0-30 cm during the vegetation of the crop. In the precise analysis of the soil layers it was found that under the surface tillage the contents of the movable forms of nitrogen and phosphorus was larger than under the subsoil and moldboard tillage. During the stage of head formation, the contents of nitrate nitrogen and phosphorus in the layer 0-20 cm under the surface tillage was 55% and 16-17% more than under the subsoil and moldboard tillage. The high supply of mineral nutrition, sufficient moisture and favorable temperature regime formed the maximum productivity of the

crop (5.23 t/ha) under the surface tillage. During the years of study the larger contents of nitrate nitrogen and movable phosphorus was found in the layer of 0-20 cm under the surface tillage and potassium under the use of moldboard tillage. Under the minimum tillage changeable potassium is accumulated in the top layer of soil, the subsoil and moldboard tillage promotes the process of mineralization of the whole arable layer and leads to a uniform accumulation of available potassium in the top layer of soil. The economic and bioenergetics assessment of the efficiency of the effect of the tillage methods on productivity of winter soft wheat showed that due to the decrease of the expenditures and the increase of crop productivity under the surface tillage the profitability of the winter wheat cultivation was 107.7-192.8%, the coefficient of the energetic efficiency (CEE) was 2.7-5.5% depending on the amount of productivity. Under the moldboard tillage the profitability of the crop ranged from 52.5 to 163.5%, the energetic efficiency (CEE) was 1.8-4.6%; they were 70.0-172.4% and 2.3-5.1% respectively under the subsoil tillage.

Keywords: *soil, tillage, surface tillage, moldboard tillage, subsoil tillage, nitrogen, phosphorus, potassium, vegetation period, winter wheat.*

Введение. В настоящее время в сельском хозяйстве Ростовской области широкое распространение получили севообороты с короткой ротацией (4года). Преобладающая роль в таких севооборотах отводится таким культурам, как озимая пшеница и подсолнечник. К севообороту тесно привязаны технологии обработки почвы, которые должны создать лучшие условия для роста и развития культур и в меньшей степени влиять на физико-химические процессы почвы. Приёмы основной обработки почвы оказывают значительное влияние на водно - воздушный и пищевой режимы почвы, на сохранение и поддержание запасов органического вещества в пахотном слое [1,2]. Последствия обработок приводят к интенсивному воздействию машин на почву, уплотняя почву, что приводит к ухудшению её агрофизических свойств, влагообеспеченности, уровня минерального питания, как в целом и плодородия почвы [3], а также снижению продуктивности культуры [4,5]. Основным фактором, сдерживающим дальнейший рост урожайности, является недостаточное обеспечение растений влагой и элементами питания в течение вегетационного периода [6]. Наличие в почве подвижных форм питания и способность культурой их усвоить в течение вегетации зависят от насыщенности почвенного раствора, влагообеспеченности и благоприятного температурного режима [7]. Агротехнические приемы способствуют локализации элементов питания в определенном почвенном слое. Доступный количественный и качественный состав элементов в почве на определенных этапах развития культуры способствует получению продукции высокого качества.

Целью исследований было выявления наиболее эффективного способа обработки почвы для культуры озимой пшеницы, обеспечивающего сохранение агрохимических свойств почвы чернозема обыкновенного в условиях зоны недостаточного увлажнения Ростовской области.

Материалы и методы. Стационарный опыт был заложен в 2007 году на полях ФГБНУ ВНИИЗК им. И.Г. Калининко в лаборатории технологии возделывания зерновых культур согласно Методике полевого опыта [8]. Исследования проводили в севообороте с короткой ротацией: черный пар, озимая пшеница, подсолнечник и яровой ячмень. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый. Содержание в пахотном слое гумуса – 3,2%, pH – 6,9. Исследования проводили на посевах мягкой озимой пшеницы (сорт Танаис) при использовании 3-х способов основной обработки почвы: 1 – поверхностная (АГ -2,4) с глубиной обработки почвы 10 - 12 см; 2 – безотвальная (КАО - 2) – 20 - 25см; 3 – отвальная (ПН -5 -35) – 20 - 25 см. Посев культуры проводили в оптимальные сроки с нормами, принятыми для южной зоны Ростовской области. Образцы почвы отбирали на посевах пшеницы в фазы всходов, возобновления весенней вегетации (отрастание), колошения и полной спелости. Анализы почвы выполнены в лаборатории агрохимической оценки согласно методикам: азот нитратный (NO_3) - по ГОСТу 26951-86 ионометрическим методом, фосфор подвижный (P_2O_5) и калий обменный (K_2O) - по ГОСТу 26205-91 фотометрическим и пламенно-фотометрическим методом.

Результаты. Различные виды обработок почвы оказывают влияние не только на плотность почвы и способность накапливать почвенную влагу, но и на способность накапливать питательные элементы почвы в доступных для растений формах на определенных этапах развития. Годы изучения (2011-2013) по влагообеспеченности и температурному режиму имели различия, которые существенно повлияли на формирование урожайности. Так, 2011 и 2013 года имели приблизительно одинаковое количество выпавших осадков – 487 и 497 мм, что ниже нормы среднесезонных данных на 16-15%. Осадки весеннего и летнего периодов (наиболее значимых для фаз развития пшеницы – колошения и налива зерна) 2011года уступали среднесезонным на 40 и 16% , а 2013 года – на 6 и 13% соответственно. Период налива зерна в 2011 году проходил при более высоких температурах – выше нормы на $3,4^{\circ}\text{C}$, что и повлияло на формирование урожайности (рис.1).

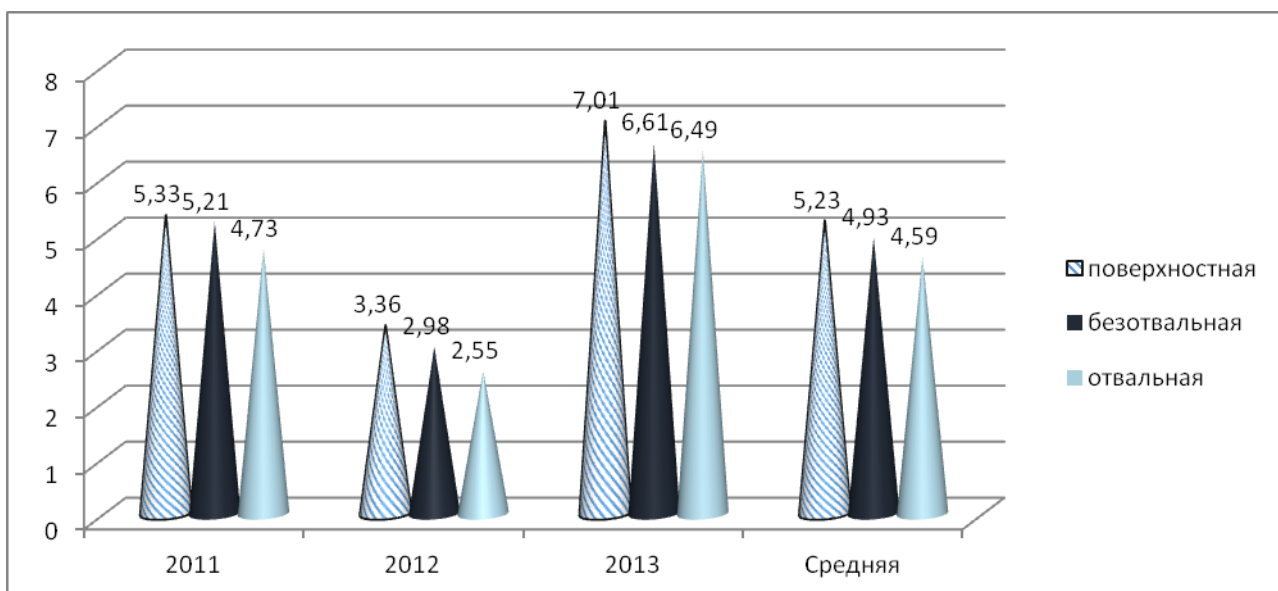


Рис.1. Урожайность мягкой озимой пшеницы сорта Танаис при различных способах обработки почвы, т/га

Осадки 2012 года были на уровне среднееголетних данных, но распределение их в течение вегетации было крайне неравномерным, особенно в периоды выхода в трубку, колошения (ниже нормы на 74%), цветения и налива зерна (ниже нормы на 50%) на фоне высокой среднесуточной температуры (выше нормы на 3,5- 4,5⁰С). Отсутствие влаги в почве в период формирования урожайности пшеницы не зависимо от способа обработки почвы привело к низким показателям урожайности – 2,55 - 3,36 т/га по вариантам опыта.

Проведенный агрохимический анализ почвы на содержание основных элементов питания в среднем за три года в пахотном слое имел незначительные различия по вариантам обработок с преобладанием в варианте с поверхностным способом подготовки почвы.

Рассматривая содержание азота нитратного послойно, выявили, что в фазу всходов слой почвы 0-10 см, в котором формируется корневая система культуры пшеницы, в варианте с поверхностной обработкой имел содержание азота нитратного 44,4 мг/кг почвы, что на 16,5% больше варианта с безотвальной обработкой и на 21,3% в сравнении с отвальной способом обработки почвы (рис.2).

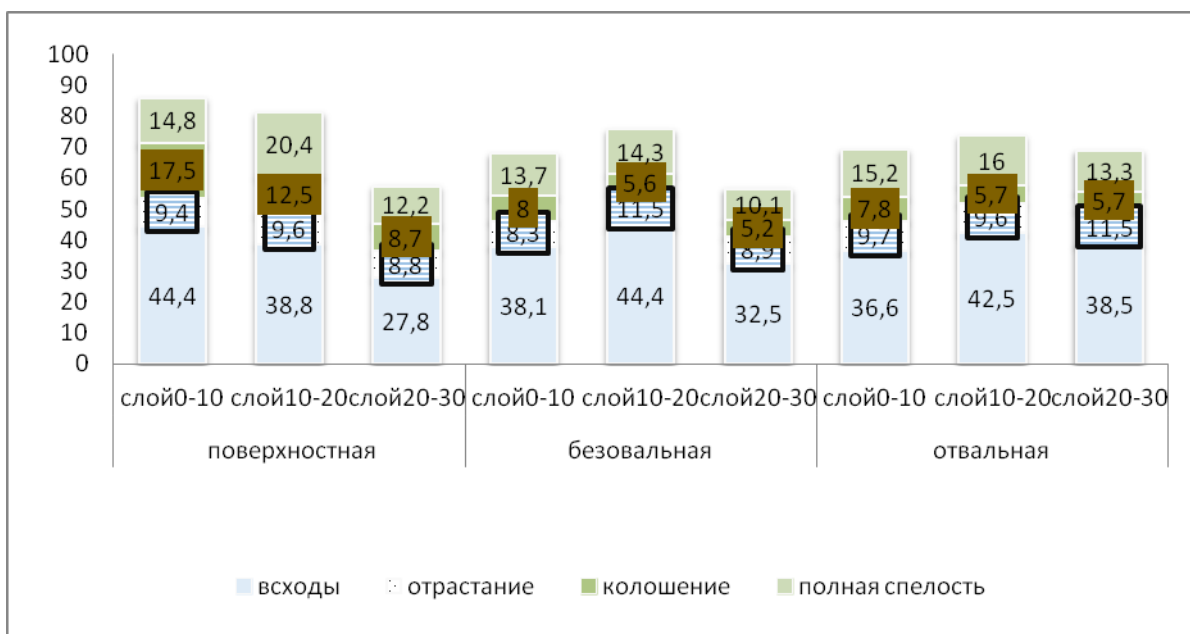


Рис. 2. Динамика содержания азота нитратного в почве при способах обработки почвы, мг/кг (2011-2013 гг.)

Растения до наступления зимнего покоя должны иметь развитую корневую систему с закладкой 3-5 продуктивных стеблей [9]. Это положительно повлияет на период перезимовки растений и последующего весеннего отрастания культуры. В период весеннего отрастания с развитием мощной корневой системы большое значение имеет обеспеченность минеральным питанием почвы слоев 0-10 и 10-20 см посева культуры. По сумме двух слоев почвы по содержанию подвижной формы азота выделился вариант с безотвальной обработкой почвы. Он показал превышение над вариантами с отвальной и поверхностной обработкой на 0,5 и 0,8 мг/кг почвы, что составило 2,5 и 4% соответственно. Период колошения – это период максимального потребления элементов питания, обеспечивающий уровень формирования урожайности. Содержание нитратного азота в слое 0-20 см почвы в этот период в варианте с поверхностной обработкой превысил варианты с безотвальной и отвальной на 16,4 и 16,5 мг/кг почвы, что составило 55%. Такое превосходство по содержанию нитратного азота в варианте с поверхностной обработкой наблюдалось до наступления полной спелости культуры.

Содержание подвижной формы фосфора при достаточной обеспеченности почвы продуктивной влагой в период закладки репродуктивных органов имеет большое значение. Вариант опыта с поверхностной обработкой значительно превышал по содержанию фосфора другие варианты во все основные фазы развития культуры (рис.3).



Рис. 3. Динамика содержания подвижного фосфора, мг/кг почвы
(2011-2013 гг.)

Максимальное содержание подвижного фосфора в варианте опыта с поверхностной обработкой отмечено в фазу отрастания в слое почвы 0-10 см, которое составило 54,7 мг/кг и в слое почвы 10-20 см – 43 мг/кг. Этот показатель был больше показателей подвижного фосфора в варианте с отвальной обработкой в таких же слоях почвы на 16,7 и 9,8 мг/кг соответственно. Минимальное содержание фосфора отмечено в слое почвы 20-30 см в варианте опыта с отвальным способом обработки, которое значительно уступало содержанию фосфора в варианте с поверхностной обработкой (на 13-21 мг/кг) и незначительно варианту с безотвальной обработкой (на 3-9 мг/кг) в течение всей вегетации культуры озимой пшеницы.

Динамика накопления калия по вариантам опыта отличается от динамики накопления подвижных форм азота и фосфора (рис. 4). Слой почвы 0-10 см в опыте с отвальным способом обработки имел значения содержания калия в течение всей вегетации культуры выше, чем на вариантах с более мелкой обработкой почвы. В период весеннего отрастания и период колошения озимой пшеницы максимальное содержание калия в слое почвы 10-20 см отмечено также в варианте с отвальной обработкой и составило 476 мг/кг и 445 мг/кг почвы соответственно.

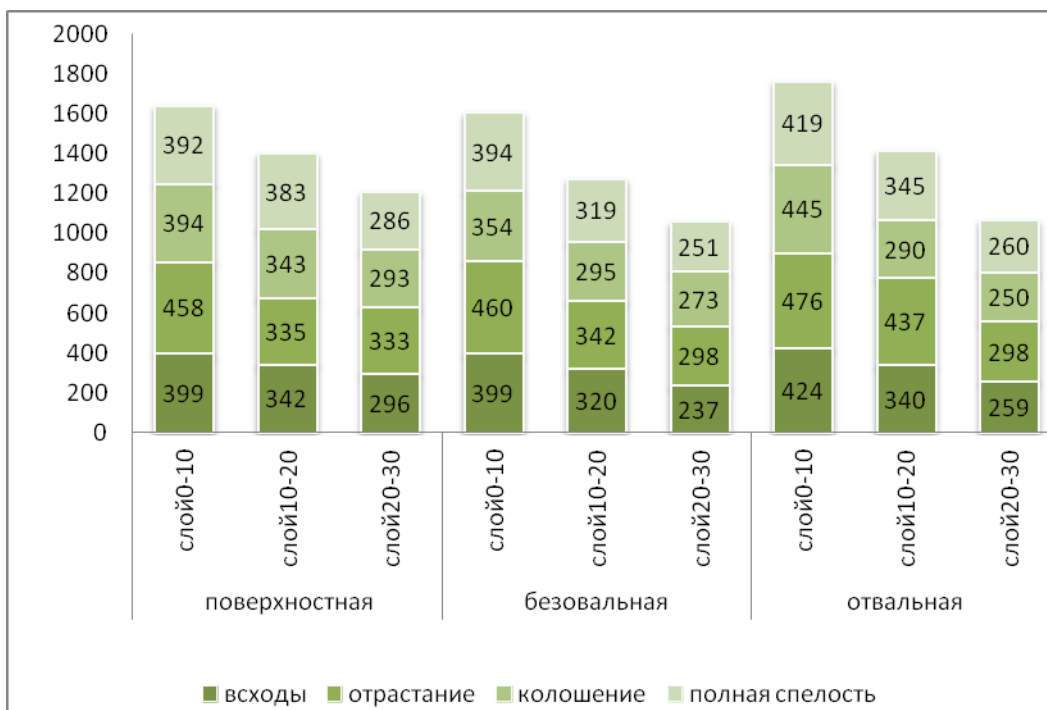


Рис. 4. Динамика содержания обменного калия в почве при различных способах обработки почвы, мг/кг (2011-2013 гг.)

В вариантах с более мелкой обработкой почвы динамика накопления калия в течение всей вегетации в слое 0-10 см почвы была практически одинакова – 399 мг/кг в период всходов культуры, 458-460 мг/кг – в период весеннего отрастания и 392-394 мг/кг – в период полной спелости культуры и только в период колошения наблюдается превышение в слое 0-10 см в варианте с поверхностной обработкой на 40 мг/кг почвы.

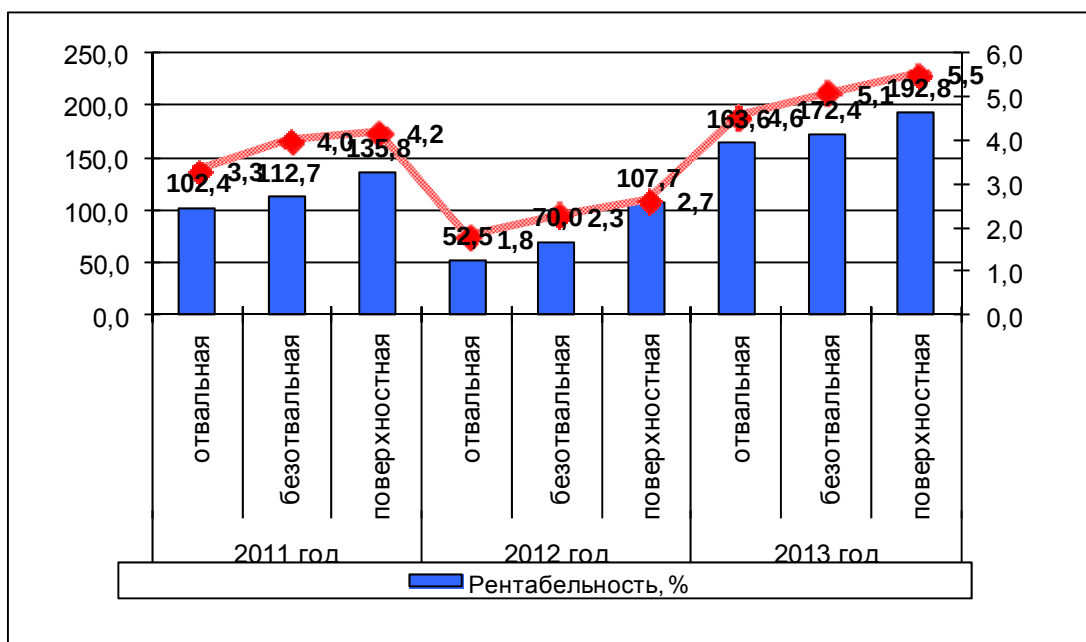
Распределение основных элементов питания под посевами зерновых культур имеет свои особенности в зависимости от уплотнения пахотного слоя, который, в свою очередь, ведёт к изменению водного, воздушного и теплового режимов, влияет на развитие корневой системы культивируемых растений и интенсивность процессов минерализации органического вещества.

В условиях зоны недостаточного и неустойчивого увлажнения Ростовской области, когда засушливые периоды сменяются периодами с обилием кратковременных осадков, динамика накопления основных элементов питания в слое почвы 0-30 см неравномерна и способствует увеличению и снижению показателей в течение вегетации культуры в зависимости от способа обработки почвы [10]. Так, азот нитратный, как наиболее подвижный элемент почвы, имеет максимальные показатели 36,6-44,4 мг/кг по вариантам в начале вегетации культуры в слое почвы 0-10 см, снижает показатели в фазу максимального потребления в период колошения до 7,8-17,5 мг/кг и незначительно повышает до 13,7-15,2 мг/кг при наступлении полной спелости культуры за счет

процессов минерализации растительных остатков. Содержание фосфора и калия в почве характеризуется значительным повышением с началом весенней вегетации культуры, небольшим снижением к фазе колошения и небольшим повышением к фазе полной спелости пшеницы в вариантах с безотвальным и отвальным способом обработки.

Глубокая обработка почвы способствует более быстрой минерализации растительных остатков за счет лучшего водного и воздушного режима, чем мелкие обработки, что обеспечивает пополнение запасов питательных веществ и благоприятно влияет на агрофизические свойства почвы. Калия в корневых растительных остатках значительно меньше, чем в надземной части растений, поэтому максимальное его содержание складывается в слоях 0-10,10-20 см почвы. При минимальных обработках почвы он накапливается в основном в верхнем слое почвы, тогда как глубокая вспашка способствует процессам минерализации всего пахотного слоя и ведет к равномерному глубокому накоплению калия, что имеет большое значение для питания культур с более мощной корневой системой.

Экономическая и биоэнергетическая оценка способов обработки почвы при возделывании озимой пшеницы показала, что наибольшие показатели рентабельности и биоэнергетической эффективности производства зерна озимой пшеницы стабильно подтверждают преимущество поверхностной обработки под эту культуру (рис. 5).



**Рис.5. Экономическая и биоэнергетическая эффективность обработок почвы при
возделывании озимой пшеницы (2011-2013 гг.)**

Благодаря снижению затрат и росту продуктивности растений при поверхностной обработке рентабельность возделывания озимой пшеницы достигала 107,7-192,8 %, а КЭЭ – 2,7-5,5 в зависимости от уровня урожайности.

Выводы

1. Динамика содержания основных элементов питания в почве в течение вегетации озимой мягкой пшеницы свидетельствует о преимуществе поверхностного способа подготовки почвы. В период колошения – период максимального потребления элементов питания – содержание нитратного азота в слое 0-20 см почвы при поверхностной обработке почвы превышало содержание его в вариантах с безотвальной и отвальной обработкой на 55%, фосфора – на 17-16%, калия – на 12% с безотвальной обработкой и равной при отвальной обработке почвы.
2. В среднем за годы изучения урожайность мягкой озимой пшеницы сорта Танаис по поверхностной обработке почвы была выше в сравнении с безотвальной и отвальной обработками на 5,7 и 12,2% соответственно.
3. Расчёты экономической и биоэнергетической эффективности подтверждают преимущество применения поверхностной обработки почвы под озимую пшеницу, где рентабельность была на уровне 107,7-192,8%, а коэффициент энергетической эффективности – 2,7-5,5 в зависимости от уровня урожайности по годам.

Литература

1. Сухарев, А.А. Влияние длительного использования способов основной обработки почвы на урожайность озимой пшеницы в южной зоне Ростовской области / А.А. Сухарев, А.Я. Логвинов // Иновационные разработки учёных – АПК России: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Казань: Фолиант, 2013. – С.235-239.
2. Анисимова, Т.Ю. Способы повышения плодородия пахотных склонов в Центральном Нечерноземье / Т.Ю. Анисимова // Земледелие. – 2015. – №1. – С.18-20.
3. Никитин, В.В. Влияние севооборотов, способов обработки, удобрений на содержание гумуса / В.В. Никитин, С.И. Тютюнов, А.Н. Воронин, В.Д. Соловиченко, Е.В. Навольнева. // Земледелие. – 2015. – №7. – С.26-28.
4. Сухарев, А.А. Влияние длительного использования различных способов основной обработки почвы на урожайность сельскохозяйственных культур в южной зоне Ростовской области / А.А. Сухарев, А.Я. Логвинов // Сб.науч.тр. 7-й Международной

научно-практической конференции «Агроинженерная наука в повышении энергоэффективности АПК» (11-12 апреля 2012 г., Зерноград). – Зерноград: СКНИИМЭСХ, 2012. – С.135-141.

5. Гармашов, В.М. Изменение свойств чернозёма обыкновенного при различных способах основной обработки почвы / В.М. Гармашов, В.И. Турусов, С.А. Гаврилова // Земледелие.–2014.–№6.– С.17-19.

6. Метлина, Г.В. Влияние водного и пищевого режимов почвы на продуктивность сои в зависимости от сроков посева / Г.В. Метлина, С.А. Васильченко, Е.Д. Кривошеева //Зерновое хозяйство России. – 2010. – №2(8). – С. 25-29.

7. Гуреев, И.И. Функциональная диагностика потребности растений в питательных веществах / И.И. Гуреев, М.Н. Жердев, А.М. Брежнев, В.Г. Чесноногов, В.Н. Солоницкий // Земледелие.– 2015.– №4.– С.26-30.

8. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985.–351 с.

9. Бельтюков, Л.П. Сорт, технология, урожай / Л.П. Бельтюков. – Ростов- на-Дону: ЗАО «Книга», 2002.– 176с.

10. Овсянникова, Г.В. Влияние предшественников на урожайность озимой пшеницы в зависимости от обеспеченности почвы влагой и основными элементами питания / Г.В. Овсянникова, Е.Д. Кривошеева // Научное обеспечение стабильности производства зерновых и кормовых культур.– Ростов –на- Дону, 2008.– С. 332-337.

Literature

1. Sukharev, A.A. The effect of long-term use of the methods of primary tillage on the winter wheat productivity in the southern part of the Rostov region / A.A. Sukharev, A.Ya. Logvinov //”Innovative advances of researchers – AIC of Russia”, materials of All-Russian Science-practical conference. – Kazan; Foliant, 2013. – PP.235-239.

2. Anisimova, T.Yu. The methods of fertility increase of the arable slops in the Central Non-Black earth / T.Yu. Anisimova // Agriculture.– 2015.– №1.– PP.18-20.

3. Nikitin, V.V. The effect of crop rotation, tillage methods and fertilizing on the contents of humus / V.V. Nikitin, S.I. Tyutyunov, A.N. Voronin, V.D. Solovichenko, E.V. Navolneva // Agriculture.– 2015.– №7.– PP.26-28.

4. Sukharev, A.A. The effect of long-term use of the methods of primary tillage on the winter wheat productivity in the southern part of the Rostov region / A.A. Sukharev, A.Ya. Logvinov // Collection of sc.w. of the VII-th International Science-practical conference “Agroengineering in the increase of energy efficiency of AIC” (11-12 April, 2012, Zernograd).– Zernograd: NCRIMEA, 2012.– PP.135-141.

5. Garmashov, V.M. The change of black earth properties under various methods of primary tillage / V.M. Garmashov, V.I. Turusov, S.A. Gavrilova // Agriculture.– 2014.– №6.– PP.17-19.
6. Metlina, G.V. The effect of water and feeding regimes of soil on soybean productivity due to the sowing terms / G.V. Metlina, S.A. Vasilchenko, E.D. Krivosheeva // grain Economy of Russia. – 2010. – №2(8). – PP. 25-29.
7. Gureev, I.I. The functional diagnostics of plant needs in nutrients / I.I. Gureev, M.N. Zherdev, A.M. Brezhnev, V.G. Chesnonogov, V.N. Solonichkin // Agriculture.–2015.– №4.– PP.26-30.
8. Dospekhov, B.A. The methodology of a field trial / B.A. Dospekhov. – M.: Kolos,1985.–351 p.
9. Beltyukov, L.P. Variety, technology, yield / L.P. Beltyukov.– Rostov-on-Don, ZAO “Kniga”,2002.–176p.
10. Ovsyannikova, G.V. The effect of fore crops on productivity of winter wheat due to moisture and nutrients supply of soil / G.V. Ovsyannikova, E.D. Krivosheeva // Scientific provision of stability of grain and forage crops production. – Rostov-on-Don.– 2008.– PP.332-337.