

УДК 631.452 : 631.58 (470.43)

ФОРМИРОВАНИЕ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В СЕВОБОРОТАХ СТЕПНОГО ЗАВОЛЖЬЯ

© 2014 О.И.Горянин, А.П. Чичкин

ФГБНУ Самарский НИИСХ, п.Безенчук, Самарская обл.

Поступила в редакцию 15.12.2014

Представлены результаты исследований в трёх многолетних стационарах. При содержании в обычном чернозёме 4,35-4,52% гумуса для поддержания бездефицитного баланса необходимо внесение 6,7- 8,0 т/га навоза ежегодно. Введение в севооборот сидератов, многолетних трав, использование соломы в качестве удобрений повышает по сравнению с зернопаровым севооборотом содержание в почве нитратного азота на 32-35%, подвижного фосфора на 7,0-7,6%, стабилизирует калийный режим. Длительное применение современных технологических комплексов стабилизирует обеспеченность почв азотом с традиционной технологией, увеличивает содержание подвижного фосфора на 14,1-17,8%, обменного калия на 14,9-22,7%. Дифференцированные обработки почвы обеспечивают, по сравнению с контролем, достоверное снижение минерализации гумуса в слое 0-30 см. Для сохранения почвенного плодородия обычных чернозёмов рекомендовано введение в севообороты сидератов, многолетних трав, использование соломы в качестве удобрений. В зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах производству предлагаются технологические комплексы нового поколения, основу которых составляют дифференцированные безотвальные обработки почвы с использованием в качестве удобрений измельчённой соломы и ПКО.

Ключевые слова: Почвенное плодородие, система удобрений, севообороты, биологизация, технологии.

Чернозёмы и каштановые почвы Среднего Заволжья обладают большим запасом основных питательных веществ. По мнению В.Д.Панникова и В.Г.Минеева (1987) валовое содержание элементов питания в данных почвах достаточно для получения хороших урожаев, даже очень требовательных к плодородию почв культур, в течение 50-100 и более лет [8].

Однако обеспеченность растений элементами питания зависит в большей мере от содержания доступных форм в почве.

Поэтому, одной из важнейших задач земледелия является разработка приёмов повышения доступности растениям питательных веществ. В решении этой проблемы основная роль принадлежит обработке почвы [2,4,5,11].

Результаты предыдущих исследований о влиянии систем обработки почвы на её пищевой режим, и в целом на плодородие, весьма противоречивы. При изучении новых технологий, основанных на минимальных обработках, установлено, что они не только экономят ресурсы, но и в большей степени, чем традиционные, отвечают требованиям природоохранного земледелия. Современные технологии изменяют также сло-

жившиеся представления о путях воспроизводства почвенного плодородия, ориентированные в прошлом преимущественно на использование больших доз органических и минеральных удобрений, положительно влияют на баланс гумуса в почве [1,3,6,7,9].

Исходя из ресурсного обеспечения сельского хозяйства, ограниченного применения органических удобрений, основой воспроизводства почвенного плодородия на среднесрочную перспективу должны стать биологические приёмы и способы решения проблемы (полное использование имеющихся в хозяйстве органических удобрений, посев сидератов, использование пожнивных посевов, применение соломы в качестве удобрения). Исследований по этим вопросам в Среднем Заволжье проводилось недостаточно.

Цель исследования: изучение влияния факторов биологизации, минеральных и органических удобрений, способов основной обработки почвы и современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, на плодородие чернозёма обыкновенного.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились в трёх многолетних стационарах отдела земледелия.

Первый опыт был заложен на обычном чернозёме с содержанием гумуса – 4,35-4,71 % в шестипольном зернопаропропашном севообороте: чёрный пар - озимая пшеница - яровая пшеница – кукуруза - яровая пшеница – ячмень.

Горянин Олег Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом земледелия и новых технологий. E-mail: gorjanin.oleg@mail.ru

Чичкин Анатолий Петрович, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и новых технологий. E-mail: samniish@mail.ru

Изучение динамики содержания гумуса проводилось, на фоне традиционной технологии, под влиянием дифференцированного и комплексного использования в севообороте органических и минеральных удобрений. Исследовались следующие системы удобрений: без удобрений, навоз 10т, $N_{52,5}P_{37,3}K_{22,5}$, навоз 10 т + $N_{52,5}P_{37,3}K_{22,5}$.

Второй опыт заложен в 1998 году. Почва опытного участка – среднесуглинистый слабосолонцеватый террасовый чернозём, переходный от обыкновенного к южному. Содержание гумуса - 4,49%, гидролизуемого азота - 35 мг/кг, подвижных фосфатов – 200 мг/кг, обменного калия – 150 мг/кг, сумма поглощённых оснований – 27,7 мг-экв/100г, в том числе Са – 22,3; Mg – 5,4 мг-экв/100 г почвы.

На фоне ежегодной вспашки изучались три вида полевых севооборотов, развернутых во времени и пространстве:

- зернопаровой: пар чистый – озимая пшеница – яровая пшеница – ячмень;
- сидеральный: пар сидеральный – яровая пшеница - кукуруза – яровая пшеница;
- зернотравяной: многолетние травы первого года – многолетние травы второго года – яровая пшеница – ячмень с подсевом многолетних трав.

Исследования проведены на четырёх уровнях интенсивности использования пашни:

- контроль (без удобрений и химических средств защиты растений);
- минимально-необходимый (измельчённая во время уборки солома зерновых на удобрение, рядковое удобрение – P_{10-15} ; прикорневая подкормка озимых – N_{30-40});
- средний, общепринятый (дозы удобрений с учётом возмещения выноса питательных веществ урожаем);
- интенсивный (дозы удобрений под урожай на уровне биоклиматического потенциала продуктивности пашни (БКП)).

Почва третьего опытного участка - чернозем террасовый обыкновенный, малогумусный, среднемощный, среднесуглинистый. С 1975 года в данном опыте в семипольном зернопаропашном севообороте: пар чистый – озимая пшеница – просо – ячмень – кукуруза на з/м – яровая пшеница – овёс, изучались пять способов основной обработки почвы:

- I. Вспашка на 20-22 см под все культуры севооборота (контроль);
- II. Отвальная обработка на 14-16 см;
- III. Плоскорезная обработка на 20-22 см;
- IV. Плоскорезная обработка на 8-10 см;
- V. Дифференцированная обработка (с 1984 г. с глубокой обработкой под пар и кукурузу; до 1984 г. без осенней обработки под все культуры севооборота)

Почва опытного участка характеризовалась средним содержанием легкогидролизуемого азота и подвижного фосфора и высоким обменного калия.

В течение 2000-2011гг. исследования на данном участке продолжились в семипольном севообороте с чередованием культур: пар чистый - озимая пшеница - просо - яровая пшеница – кукуруза (с 2006г. сидеральный пар) - яровая пшеница - яровой ячмень. Изучались технологические комплексы со следующими системами основной обработки почвы:

- I. Ежегодная вспашка под все культуры севооборота (контроль);
- II. Дифференцированная 1 (под пары - глубокое рыхление, под зерновые минимальная обработка);
- III. Дифференцированная 2 (под сидеральный пар - глубокое рыхление, под зерновые прямой посев).
- IV. Постоянная минимальная обработка под все культуры севооборота;
- V. Дифференцированная 3 (под сидеральный пар - глубокое рыхление, под зерновые дискование).

В качестве приёмов воспроизводства почвенного плодородия использовались измельчённая солома и пожнивно-корневые остатки (ПКО) убираемых культур.

На контрольном варианте опыта применялась общепринятая система машин (ПЛН -5-35, БЗСС -1,0; КПС – 4; СЗ-3,6; ЗККШ-6). В технологических комплексах нового поколения – комбинированные почвообрабатывающие и посевные агрегаты ООО «Сельмаш» (ОПО - 8,5; АУП - 18,05). Глубокое рыхление производилось ПЧ - 4,5. Применялись интегрированные приёмы борьбы с сорняками. На варианте IV один раз в ротацию севооборота вносился общеистребительный гербицид. Для посева использовались адаптивные к местным погодным условиям сорта. Уборка проводилась с измельчением соломы. Наблюдения за динамикой усвояемых форм питательных веществ проводились в два срока: во время посева яровых зерновых и после уборки. Нитраты, подвижные формы фосфора и калия, содержание гумуса, легкогидролизуемого азота, суммы поглощённых оснований, рН (в солевой вытяжке) определялись согласно ГОСТам 26.951-86; 26.204-84; 26.213-84; 26.483-85. Почвы., и МРТУ № 46-5-67; № 46-14-67; № 46-10-67.

Климат зоны проведения полевых опытов характеризуется резко выраженной континентальностью. Холодная и малоснежная зима сменяется короткой весной, а затем наступает сухое, жаркое лето. Среднемесячная температура самых холодных месяцев (января и февраля)

равна $-10,5$ $-10,3$ °С, самого теплого (июль) – $+21,3$ °С, среднегодовая температура воздуха – $5,4$ °С. Сумма активных температур (выше 10 °С) равна $2600-2800$ °С. Среднегодовое количество осадков за последние 30 лет составляет $454,1$ мм. ГТК мая-августа – $0,7-0,8$, продолжительность безморозного периода – 149 дней.

Результаты и их обсуждение. В исследованиях по изучению систем удобрений установлена возможность направленного регулирования гумусового состояния почвы. При сельскохозяйственном использовании пашни этот относительно стабильный показатель может значительно измениться за короткий период.

По сравнению с исходным содержанием количество гумуса за 18 лет на контроле снизилось на $0,61\%$, ежегодная убыль составила $1,017$ т/га. На удобренных делянках сохранился более высокий уровень органического вещества по всем вариантам опыта. При внесении 10 т навоза и $N_{52,5}P_{37,3}K_{22,5}$ ежегодно некомпенсированные потери гумуса сократились на $0,4$ т/га. При минеральной системе удобрений за счёт дополнительного поступления корневых и пожнивных остатков в почву ежегодные потери гумуса уменьшились на $0,117$ т/га.

Установлено, что без удобрения коэффициент минерализации гумуса обыкновенного чернозёма равен $1,15\%$ в год от исходного содержания, ежегодное восполнение гумуса – $0,490$ т/га.

Минеральные удобрения не оказали заметного влияния на минерализацию гумуса в условиях Заволжья.

Расчеты, проведенные на основании полученных данных, показали, что при содержании в почве $4,35-4,52\%$ гумуса для поддержания бездефицитного баланса гумуса необходимо внесение $6,7-8,0$ т/га навоза ежегодно.

Однако, учитывая ограниченное применение в хозяйствах органических удобрений, нами были изучены биологические способы воспроизводства почвенного плодородия во втором опыте. Из элементов питания здесь наибольшим изменениям за период наблюдений было подвержено содержание в почве азота, который по результатам предыдущих исследований [10] находится в Среднем Заволжье в первом минимуме.

В зернопаровом севообороте в чёрном пару в течение всего весенне-летнего периода происходило накопление NO_3 . Так, весной, ко времени посева яровых зерновых культур нитратов содержалось $22,9-56,8$ мг/кг, в период их колошения – $43,3-92,4$ мг/кг почвы. Перед посевом озимой пшеницы на контрольном и минимально-необходимом варианте опыта количество нитратов возросло до $71,7-77,9$ мг/кг, на среднем и интенсивном уровнях – до $90,4-115,7$ мг/кг почвы.

Содержание подвижного фосфора и обменного калия в течение вегетации снижалось. Наибольшее содержание подвижных форм фосфора и калия отмечено на среднем и интенсивном уровнях по всем срокам наблюдений при несущественной разнице между вариантами.

На посевах яровой пшеницы по озимой пшенице в фазе колошения отмечено снижение количества нитратов, особенно на среднем и интенсивном уровнях (с $31,8-43,7$ до $9,0-11,6$ мг/кг почвы соответственно). Содержание подвижного фосфора и обменного калия практически не изменялось. После уборки яровой пшеницы количество NO_3 увеличивалось по всем вариантам опыта вследствие прекращения потребления их растениями.

По всем культурам зернопарового севооборота наблюдалась тенденция к увеличению содержания нитратов с повышением доз удобрений.

В сидеральном севообороте весной не отмечено существенной разницы в содержании NO_3 в почве на контроле и при минимальном уровне интенсификации по всем культурам.

В течение вегетации растения использовали питательные вещества почвы на формирование урожая, что привело к снижению количества нитратов под посевами сельскохозяйственных культур к уборке урожая.

В зернотравяном севообороте наибольшее количество NO_3 в весенний период наблюдалось на посевах яровой пшеницы по пласту многолетних трав – $38,85-57,64$ мг/кг почвы и на посевах ячменя с подсевом эспарцета – $40,23-46,48$ мг/кг почвы.

Общий уровень урожаев при сложившихся в годы исследований агроклиматических условиях, водном и питательном режимах почвы составил: озимой пшеницы – $27,2$ ц/га, яровой пшеницы – $15,6-16,6$ ц/га, ячменя – $20,0-24,0$ ц/га, горохо-овсяной смеси – $149,5$ ц/га, кукурузы – 295 ц/га.

За счёт использования средств биологизации в сидеральном и зернотравяном севооборотах с двумя полями многолетних трав урожайность яровой пшеницы увеличилась с $15,6$ ц/га до $16,6$ ц/га, ячменя – с $20,0$ до $24,0$ ц/га.

Наиболее значимые прибавки урожайности от удобрений получены в зернопаровом севообороте (по озимой пшенице – $4,2-4,4$ ц/га, ячменю – $7,8-9,7$ ц/га). В севообороте с сидеральным паром удобрения повысили урожайность яровой пшеницы на $4,2-5,1$ ц/га (на $26,5-32,2\%$).

В расчёте на 1 га севооборотной площади использование средств интенсификации повысило выход продукции в зернопаровом севообороте на $2,1-5,2$ ц/га зерновых единиц, в сидеральном – на $2,8-3,3$ ц/га З.Е., в зернотравяном – на $2,3-2,6$ ц/га З.Е. (табл. 1).

Таблица 1. Эффективность биологизации систем воспроизводства почвенного плодородия при различных уровнях интенсивности использования пашни, ц/га З.Е. (1999-2008гг.)

Севообороты	Уровни интенсивности использования пашни				НСП ₀₅
	Контроль (без удобрений)	Минимально-необходимый	Средний – общепринятый	Интенсивный	
Зернопаровой (контроль)	19,4	21,5	24,0	24,6	0,9
Сидеральный	21,8	24,4	26,8	27,9	0,6
Зернотравяной	22,3	24,1	26,3	27,1	1,1

Близкие по продуктивности результаты получены при среднем и интенсивном уровнях интенсивности использования пашни – 26,3-26,8 и 27,1-27,9 ц/га З.Е. соответственно.

Наибольшая величина оплаты питательных веществ удобрений урожаем отмечена при минимально-необходимом уровне интенсификации в сидеральном и в зернотравяном севооборотах: соответственно 8,7 и 7,3 кг/кг д.в. В опытах отмечено закономерное снижение оплаты питательных веществ при повышении доз внешних удобрений.

После прохождения трёх ротаций севооборота в образцах почвы определено содержание гумуса, подвижных форм азота, фосфора и калия. Установлено влияние элементов биологизации на эти показатели. В сидеральном и зернотравяном севооборотах поступление в почву свежего органического вещества (пожнивнo - корневые остатки + солома) за годы исследований превысило контроль на 24,6-31,0 т/га, что позволило сократить ежегодные потери гумуса на 0,150-0,240 т/га. Наибольшая обеспеченность почв подвижными формами азота, фосфора и калия сформировалась при введении в севооборот сидератов и многолетних трав - 24,96 - 28,76; 198-199 и 146-151 мг/кг почвы соответственно, при содержании в контроле NO₃ - 18,9; P₂O₅ - 185 и K₂O - 143 мг/кг почвы.

В третьем опыте длительное применение минимальной и дифференцированных обработок почвы в севообороте с применением в качестве удобрений измельченной соломы и ПКО создавало благоприятные условия для сохранения влаги, снижения температуры на поверхности почвы. Наибольшее содержание NO₃ в паровом поле до 1 культивации отмечено на традиционной технологии – 43,3 мг/кг почвы. На

вариантах с мелкой, поверхностной, чизельной обработкой и прямым посевом яровых зерновых содержание нитратов, в первом поле севооборота снижалось на 2,3-7,2 мг/ кг почвы или на 5,3-16,6%. После культиваций в летний период азотный режим питания выравнивался.

Преимущество в содержании NO₃ на вариантах с ежегодной вспашкой и дифференцированной обработкой 1 отмечено после посева яровой пшеницы и кукурузы (горох + овёс). Под посевами озимой пшеницы и в заключительном поле севооборота применение современных технологий не снижало количество NO₃ в почве.

В среднем по севообороту значительных изменений по вариантам опыта в весенний период по содержанию нитратов не выявлено (табл. 2).

Наилучшие условия для жизнедеятельности микроорганизмов, повышающих усвоение растениями фосфора и улучшающих фосфатный режим в целом в весенний период, складывались на вариантах с постоянной минимальной и дифференцированных обработках в севообороте (II – V вар.). В среднем по севообороту содержание P₂O₅ на этих вариантах составило 17,4-19,2 мг/100 г почвы, что на 1,1-2,9 мг или 6,7-17,8% превышает контроль.

В среднем за годы исследований содержание K₂O на вариантах с минимальной и дифференцированными обработками (II – V вар.) составило 17,1-18,9 мг/ 100 г почвы, что на 1,7-3,5 мг или 11,0 – 22,7% больше контроля.

Лучший водный режим почвы при современных технологиях обеспечил увеличение, по сравнению с традиционной технологией, количества нитратов после уборки сельскохозяйственных культур. Фосфорные и калийные режимы почвы изменялись незначительно.

Динамика изменения плодородия почвы изу-

Таблица 2. Содержание питательных веществ в пахотном слое почвы весной при разных технологиях возделывания (2000-2010 гг.)

Питательные вещества	Технологические комплексы					НСП ₀₅ , среднее
	I	II	III	IV	V	
NO ₃ , мг /кг почвы	39,4	39,8	38,7	37,7	39,3	-
P ₂ O ₅ , мг/100г почвы	16,3	18,6	19,2	19,0	17,4	2,02
K ₂ O, мг/100г почвы	15,4	18,5	18,9	17,7	17,1	2,12

чалась в заключительном поле севооборота после уборки возделываемой культуры.

В среднем за 2001-2011 годы содержание подвижного фосфора на исследуемых вариантах в слое 0-30 см было высоким -15,6-18,6 мг/ 100 г почвы, в слое 30-60 см повышенным 10,3-12,2 мг/ 100 г почвы.

Максимальное увеличение P_2O_5 , к исходному содержанию (1975 г.) в слое 0-30 и 0-60 см выявлено на вариантах с минимальной и дифференцированной обработками (III-Y) +1,5-4,8 и +0,6-2,1 мг/100 г почвы соответственно. На вариантах с ежегодной вспашкой и дифференцированной обработкой 1 (I, II вар.) подвижный фосфор изменялся в меньшей степени.

Длительное применение плоскорезных и дифференцированной обработок почвы (III-Y вар.) в зернопаропропашном севообороте обеспечило более низкую минерализацию гумуса, по сравнению с контролем в пахотном слое почвы (табл.3). За 23 года исследований содержание гумуса здесь, по сравнению с исходными показателями, снизилось на 0,36-0,61%, что ниже вариантов с отвальными обработками почвы (I, II) на 0,18-0,50%.

При дальнейшем изучении технологий с 2000 по 2011 годы тенденция снижения минерализации гумуса при минимализации обработки

почвы сохранилась. Через 36 лет исследований содержание гумуса при технологиях с минимальными и дифференцированными обработками почвы снизилось на 0,84-1,24%, что меньше контроля на 0,23- 0,63 %. При этом максимальное содержание гумуса отмечено на варианте с дифференцированной обработкой 2 (вар. III) – 3,88 %, что достоверно превышает контроль (на 0,54%). На остальных технологиях нового поколения содержание гумуса, в абсолютном показателе, по сравнению с контролем, не снижалось.

При изучении послойного содержания гумуса выявлено преимущество технологий с дифференцированными обработками почвы, по сравнению с ежегодной вспашкой и постоянной минимальной обработкой (табл. 4).

В среднем за 2001-2011 годы математически доказуемое увеличение гумуса в слое почвы 0-30 см, по сравнению с контролем выявлено на вариантах с дифференцированными обработками 1 и 2 (вар. II и III) - + 0,46-0,59%. В слое 30-60 см достоверное снижение гумуса, по сравнению с контролем – (на 0,42 %) установлено на варианте с постоянной минимальной обработкой. В слое 0-60 см на технологиях нового поколения, по сравнению с контролем, содержание гумуса изменялось несущественно.

Таблица 3. Изменение содержание гумуса в пахотном слое почвы в зависимости от способов основной обработки почвы и разных технологий возделывания, %

Варианты	1975 г.	1998 г.		2000-2011 гг.	
		содержание	Изменения к 1975 г.	содержание	Изменения к 1975 г.
I	4,81	3,95	-0,86	3,34	-1,47
II	4,99	4,20	-0,79	3,75	-1,24
III	4,73	4,33	-0,40	3,88	-0,85
IV	4,26	3,90	-0,36	3,31	-0,95
V	4,33	3,72	-0,61	3,49	-0,84
НСР ₀₅ , среднее	0,492	0,140	-	0,434	-

Таблица 4. Изменение содержание гумуса в слоях почвы при разных способах основной обработки почвы и технологиях возделывания, %

Слои почвы	Технологические комплексы					НСР ₀₅ , среднее
	I	II	III	IV	V	
1975г.						
0-30	4,81	4,99	4,73	4,26	4,33	0,492
30-60	3,62	3,51	3,45	3,13	2,96	0,337
0-60	4,22	4,25	4,09	3,70	3,65	0,378
2001-2011 гг						
0-30	3,34	3,80	3,93	3,31	3,47	0,450
30-60	2,51	2,70	2,55	2,09	2,42	0,345
0-60	2,93	3,25	3,24	2,70	2,95	0,385
Изменения к 1975 г.						
0-30	-1,47	-1,19	-0,80	-0,95	-0,86	-
30-60	-1,11	-0,81	-0,90	-1,04	-0,54	-
0-60	-1,29	-1,00	-0,85	-1,00	-0,70	-

По сравнению с исходными данными максимальная минерализация гумуса, как в пахотном, так и подпахотном слоях почвы отмечена на варианте с ежегодной вспашкой 1,47 и 1,11 % соответственно. Длительное применение минимальных и дифференцированных обработок в севообороте снижало анализируемый показатель в слое 0-30 см на 0,28-0,67%. В подпахотном слое почвы существенное снижение минерализации гумуса (0,21-0,57 %), по сравнению с контролем, наблюдалось только на вариантах с дифференцированными обработками. При постоянной минимальной обработке убыль гумуса находилось на уровне с контролем.

По содержанию легкогидролизуемого азота первоначальное преимущество в пахотном слое почвы наблюдалось на варианте с ежегодной вспашкой

За 23 года при длительном применении минимальной и дифференцированных обработок убыль легкогидролизуемого азота (в слое 0-30 см) сократилась на 0,26-0,60 мг/100 г почвы, за 36 лет - на 0,64-1,30 мг/100 г почвы (22,9-48,7 % к контролю), что привело к выравниванию обеспеченности почв азотом по вариантам опыта.

При определении послышной динамики наибольшие изменения в содержании легкогидролизуемого азота установлены в слое 0-30 см – 2,78-3,91 мг/100 г почвы, что на 0,27-0,84 мг (9,4-41,6 %) больше чем в слое 30-60 см (табл. 5).

Максимальное содержание азота в слое 0-60 см выявлено на вариантах с дифференцированными обработками -2,66-2,71 мг/100 г почвы, что существенно (на 0,34-0,39 мг -14,7-16,8 %) выше контроля.

В проведённых исследованиях не установлено значительных изменений кислотности почвы в зависимости от способов основной обработки почвы и технологий возделывания. В среднем за 2001-2011 годы рН сол. в слое почвы 0-60 см со-

ставляло 5,91-6,17.

Ежегодная вспашка и дифференцированные обработки почвы (сочетание безотвальных с отвальными обработками) существенно уменьшили сумму поглощённых оснований, по сравнению с безотвальной обработкой (III-Y). За 36 лет исследований, анализируемый показатель снизился в слое почвы 0-60 см соответственно на 12,9-15,1 % и 2,2-5,9%. Наибольшие изменения по сравнению с исходными данными (25,7-28,7 мг-экв/100 г почвы) отмечены в слое 0-30 см на 3,8-4,9 мг и 1,0 мг-экв/100 г почвы соответственно.

При применении дифференцированной обработки (вар. II), установлена наибольшая гидролитическая кислотность в слое 0-60 см – 2,33 мг-экв/100 г почвы, что на 0,17 (7,9 %) выше контроля. При минимальных и дифференцированных обработках (вар. III-Y) гидролитическая кислотность была наименьшей – 1,79-1,86 мг-экв/100 г почвы.

При анализе взаимосвязи элементов плодородия на вариантах с минимальной и дифференцированными обработками почвы выявлена слабая корреляционная связь содержания гумуса в пахотном слое почвы с легкогидролизуемым азотом, подвижным фосфором обменным калием, гидролитической кислотностью, суммой поглощённых оснований, общей щелочностью и рН сол. При традиционной технологии установлена значимая корреляционная прямая связь гумуса с гидролитической кислотностью ($r = 0,80$). На всех вариантах опыта установлена значимая обратная корреляционная связь гидролитической кислотности с рН сол. ($r = -0,58-0,89$).

При близких показателях почвенного плодородия, современные технологии с минимальными и дифференцированными обработками почвы, обеспечили в среднем за 2000-2011 годы равную с традиционной технологией урожайность зерновых культур - 1,72 - 1,78 т/га.

Таблица 5. Изменение содержание легкогидролизуемого азота в почве в зависимости от способов основной обработки почвы и разных технологий возделывания, мг/100 г почвы

Слой почвы	Технологические комплексы					НСР ₀₅ , среднее
	I	II	III	IV	V	
1975г.						
0-30	6,44	5,74	6,12	5,69	5,41	0,259
30-60	5,29	4,67	5,23	4,16	4,32	0,269
0-60	5,87	5,20	5,68	4,93	4,87	0,363
2001-2011гг						
0-30	2,53	2,96	2,97	2,83	2,79	0,502
30-60	2,11	2,45	2,35	2,14	2,23	0,327
0-60	2,32	2,71	2,66	2,49	2,51	0,284
Изменения к 1975 г.						
0-30	-3,91	-2,78	-3,15	-2,86	-2,62	-
30-60	-3,18	-2,22	-2,88	-2,02	-2,09	-
0-60	-3,45	-2,49	-3,02	-2,44	-2,36	-

Выводы:

1. При содержании в чернозёме обыкновенном 4,35-4,52% гумуса для поддержания бездефицитного баланса гумуса необходимо внесение 6,7- 8,0 т/га навоза ежегодно.

2. Введение в севооборот сидератов, многолетних трав, использование соломы в качестве удобрений повышает по сравнению с зернопаровым севооборотом содержание в почвах нитратного азота на 32-35%, подвижного фосфора - на 7,0-7,6%, стабилизирует калийный режим, сокращает потери гумуса на 0,15-0,24 т/га. Это позволяет повысить окупаемость удобрений, что необходимо учитывать при разработке систем воспроизводства почвенного плодородия.

3. При длительном применении современных технологических комплексов стабилизируется с традиционной технологией обеспеченность почв азотом, увеличивается содержание в ней подвижного фосфора на 14,1-17,8%, обменного калия - на 14,9-22,7%. При использовании технологий нового поколения с дифференцированными обработками в слое 0-30 см достоверно снижается минерализация гумуса почвы.

4. Для сохранения почвенного плодородия обыкновенного чернозёма в современных условиях необходимо введение в севообороты сидератов, многолетних трав, использование соломы в качестве удобрений. В зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах производству рекомендуются технологические комплексы нового поколения, основу которых составляют дифференцированные безотвальные обработки почвы с использованием в качестве удобрений измельчённой соломы и ПКО (пожнивно корневые остатки).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Горянин О.И., Чичкин А.П., Обущенко С.В.* Агрохимические свойства чернозёма обыкновенного при биологизации систем воспроизводства почвенного плодородия в Среднем Поволжье // Вестник Саратовского ГАУ. 2012. №10. С. 17-20.
2. *Казаков Г.И.* Обработка почвы в Среднем Поволжье: монография. Самара: Изд-во Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2008. 251 с.
3. *Кант Г.* Земледелие без плуга: Предпосылки, способы и границы прямого посева при возделывании зерновых культур: пер. с нем. Е.И.Кошкина. М.: Колос, 1980. 158 с.
4. *Капитанов В.В.* Научно-методические основы современных систем земледелия. М.: Агропромиздат, 1988. 32 с.
5. *Кирюшин В.И., Данилова А.А.* Биологическая активность выщелоченного чернозёма Приобья // Почвоведение. 1990. №9. С.79 -86.
6. Концепция формирования современных ресурсосберегающих комплексов возделывания зерновых культур в Среднем Поволжье / Науч. ред., сост. В.А.Корчагин. Изд. 2-е., перераб. и доп. Самара, 2008. 88с.
7. *Корчагин В.А., Горянин О.И.* Основные элементы современных технологических комплексов возделывания сельскохозяйственных культур в адаптивных системах земледелия Среднего Поволжья // Проблемы адаптивной интенсификации земледелия в Среднем Поволжье: сб. науч. тр. (Посвящается 135-летию со дня рождения Н.М. Тулайкова). Самара: СамНЦ РАН, 2012. С. 90-109.
8. *Панников В.Д., Минеев В.Г.* Почва, климат, удобрения и урожай. М.: Агропромиздат, 1987. 512 с.
9. *Холмов В.Г., Юшкевич Л.В.* Особенности обработки почвы под яровую пшеницу на чернозёмах лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2010. №2. С. 26-28.
10. *Чичкин А.П.* Система удобрений и воспроизводство плодородия обыкновенных чернозёмов Поволжья. М.: РАСХН, 2001. 250 с.
11. *Чуданов И.А.* Ресурсосберегающие системы обработки почв в Среднем Поволжье. Самара, ГНУ Самарский НИИСХ, 2006. 236 с.

FORMATION OF SOIL FERTILITY UNDER THE INFLUENCE OF FERTILIZERS AND GROWING THE NEXT GENERATION TECHNOLOGIES IN THE ROTATION OF THE MIDDLE VOLGA STEPPE

© 2014 O. I. Goryanin, A. P. Chichkin

Samara Scientific Research Institute of Agriculture, Bezenchuk, Samara Region

The results of investigations in the three years of experience. When the content of common chernozem 4,35-4,52% of humus to maintain the sufficient balance is necessary to introduce 6.7 - 8.0 t / ha of manure annually. The introduction of green manure crops in the rotation, perennial herbs, the use of straw as fertilizer increases compared to grain-steam crop rotation content of nitrate nitrogen in the soil for 32-35% of available phosphorus in the 7.0-7.6% potassium stabilizes mode. Long-term use modern technological systems, compared with traditional technology, availability of soil nitrogen levels, increases levels of available phosphorus in the 14,1-17,8%, exchangeable potassium on 14,9-22,7%. The use of differentiated treatments provide, compared with the control, a significant reduction in the mineralization of humus layer 0-30 cm to maintain soil fertility ordinary chernozem recommended the introduction of a green manure crop rotations, perennial grasses, use of straw as a fertilizer. In grain-steam and grain-stream-row crop rotations and production offers a new generation of technological systems that are based on differentiated subsurface soil treatment using as fertilizer chopped straw and SRR (stubby root residues).

Key words: Soil fertility, the system of fertilizer, crop rotation, biologization, technology.

Oleg Goryanin, PhD, Head of Department of Arable Farming and New Technologies. E-mail: gorjanin.oleg@mail.ru
Anatoliy Chichkin, Doctor of Agricultural Science, Senior Scientific of Department of Arable Farming and New Technologies. E-mail: samniish@samtel.ru