

УДК 631.452:631.58(470.4)

## АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ОБЫКНОВЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

© 2015 С.В. Обущенко<sup>1</sup>, В.А. Корчагин<sup>2</sup><sup>1</sup> Федеральное государственное учреждение «Станция агрохимической службы «Самарская», г. Самара<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н.М. Тулайкова», п.г.т. Безенчук, Самарская область

Статья поступила 20.11.2015

Одному из важных направлений по поддержанию на высоком уровне плодородия почвы является обеспечение положительного баланса питательных веществ почвы. В статье освещается динамика содержания минерального азота, подвижного фосфора и обменного калия при длительном применении ресурсосберегающих технологий в полевых севооборотах с дифференцированными и минимальными (мульчирующими) системами обработки почвы. Установлен неустойчивый характер формирования в них азотного режима почвы. Полученные данные свидетельствуют о необходимости особого подхода к формированию оптимального азотного режима при переходе на системы обработки почвы с использованием на удобрение соломы. Отмеченная закономерность предусматривает необходимость стартовых доз азотных удобрений в технологиях нового поколения из расчета 8-10 кг азота на 1 тонну измельченной соломы. На основе проведенных исследований выявлена роль новых технологий в формировании азотного питания растений, накопления азота в почве и расходования подвижных форм этого элемента питания. Отмечена устойчивая тенденция повышенного содержания на этом фоне подвижного фосфора и обменного калия. Предлагается по-новому оценить сложившиеся представления о системах удобрений и методах воспроизводства почвенного плодородия в технологических комплексах с минимальными и дифференцированными системами обработками почвы.

*Ключевые слова:* почвенное плодородие, азотный режим почвы, подвижный фосфор, обменный калий, ресурсосберегающие технологии, полевые севообороты.

Исследования проводились в 2006-2009 гг. в многолетнем стационарном опыте отдела земледелия ФГБНУ «Самарский НИИСХ им. Н.М. Тулайкова» в полевом севообороте с чередованием культур: пар черный – озимая пшеница – просо – яровая пшеница – горох+овес (сидераты) – яровая пшеница – яровые зерновые (яровая пшеница, ячмень).

Почвы опытного поля – чернозём обыкновенный малогумусный среднемощный среднесуглинистый с содержанием в пахотном слое гумуса – 3,5-4,1 %, валового азота 0,22%, фосфора – 0,13%, калия – 1,9% легкогидролизуемого азота – (по Тюриной-Кононовой) – 7,4 мг, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (по Чирикову) – 14,4 мг и K<sub>2</sub>O (по Масловой) 26,5 мг на 100 г почвы, сумма поглощённых оснований – 26,6 – 31,2 мг-экв/100 г почвы, рН сол. - 6,0-6,2.

Изучалась динамика основных агрохимических показателей почвенного плодородия в технологических комплексах с постоянной вспашкой на 25-27 см (контроль), с безотвальным рыхлением на 25-27 см в чистом и сидеральном

*Обущенко Сергей Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук.*

*Корчагин Валентин Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. E-mail: samniish@mail.ru*

парах в сочетании с мелкими (мульчирующими) обработками на 10-12 см под яровые зерновые культуры, с рыхлением в сидеральном пару на 25-27 см и без осенних обработок под яровые зерновые культуры, мелкая (мульчирующая) обработка на 10-12 см под все культуры севооборота.

В качестве органических удобрений использовались измельченная солома и сидераты, применение которых вносит серьезные коррективы в динамику содержания подвижных соединений азота. Повышается на этих фонах также содержание подвижного фосфора и обменного калия [1].

*Азотный режим почвы.* Для активного прохождения процессов распада органических соединений до подвижных форм необходим целый ряд условий (доступ воздуха, благоприятная влажность, оптимальный температурный режим), складывающийся по-разному в отдельных технологиях.

Минеральный азот представлен на черноземных почвах Среднего Поволжья аммиачной и нитратной формами, соотношение которых колеблется в больших размерах. Особенно значительным колебаниям подвержен аммиачный азот, количество которого изменяется в больших пределах в зависимости от гидротермических

условий, способов обработки почвы и других факторов.

По результатам анализов, проведенных в 2006 г. по большинству изучаемых технологических комплексов не выявлено ухудшения азотного режима по всем испытываемым вариантам. Отмечена тенденция некоторого улучшения азотного режима, в том числе по содержанию нитратного азота.

Погодные условия весенне-летнего периода были благоприятными для ускоренного разложения микроорганизмами органических остатков (соломы, ПКО), что не вызвало в большинстве случаев ухудшения процессов иммобилизации. В связи с этим не произошло ухудшения накопления доступного азота в почве на полях с поверхностным размещением соломы.

В 2007г. при повышенном увлажнении и высокой температуре создались более благоприятные предпосылки для иммобилизации азота. За весь сельскохозяйственный год выпало в 2007г. на 105 мм осадков больше среднегодовой нормы, в том числе в апреле и июне осадков было в 2 раза больше нормы. Отмечается пониженное содержание азота по минимальным обработкам в отдельные годы с выраженными процессами иммобилизации азота на полях с внесением на удобрение соломы озимых и яровых зерновых культур.

В результате в благоприятном по осадкам 2007 г. содержание минерального азота было ниже, чем на полях с традиционными технологиями.

Выявленная закономерность свидетельствует о необходимости особого подхода к формированию оптимального азотного режима при переходе на энергосберегающие способы обработки почвы при использовании на удобрение соломы.

В среднеувлажненном 2008г. содержание минерального азота оказалось близким по всем изучаемым технологиям.

В 2009 отмечено значительное преимущество в его содержании при технологиях с минимальной и дифференцированной обработками почвы по сравнению с традиционной. Средневзвешенное содержание минерального азота в полевом севообороте в слое 0,20см составило при технологиях с постоянной вспашкой 21,7 мг/кг почвы, с дифференцированными и минимальными обработками – 23,2-24,4 мг/кг и в слое 0,60 см соответственно – 18,1, 19,9 – 21,5 мг/кг почвы.

Отмеченная закономерность формирования азотного режима при переходе на энергосберегающие способы обработки почвы связаны с использованием на удобрение соломы. В связи с этим, стартовое внесение азотных удобрений в небольших дозах (8-10кг азота на 1 т соломы) следует рассматривать в качестве обязательного элемента в технологиях с минимальными приемами обработки почвы и использованием на удобрение соломы. Для обеспечения опти-

мального соотношения углерода и азота при использовании соломы на удобрения нормы дополнительного внесения азотных удобрений должны быть дифференцированы в зависимости от высеваемой культуры и характера конкретно складывающихся погодных условий [2].

В.Г. Минеев [5] указывает, что при внесении в почву растительных остатков после уборки урожая наблюдается бурное развитие почвенной микрофлоры. Это приводит к тому, что при достаточном энергетическом материале используется для построения плазмы микроорганизмов не только азот органического вещества, но и минерального азота почвы, приводящем к ухудшению азотного питания растений.

При наблюдениях за динамикой разных форм минерального азота отмечено на чистых парах неустойчивое соотношение аммиачной и нитратной форм в разные сроки. В первый срок в начале вегетации преимущество было за аммиачным азотом, во второй срок (середина вегетации) – за нитратной формой (рис 1-2).

Подобное положение объясняется разными для проявления процессов аммонификации (превращения азота органического вещества до аммиачных соединений) и нитрификации (окисление аммиака до нитратов). Первый процесс осуществляется аэробными анаэробными бактериями, а второй – аэробными [5].

Не выявлено в условиях изучаемой зоны активно выраженных процессов миграции нитратов в глубокие слои почвы при технологиях с минимальными обработками. В целом по севообороту не установлено снижения нитратного и аммиачного азота по всем изучаемым комплексам с минимальными обработками в пахотном (0-20см) и подпахотном слоях почвы (0-60 см) (табл. 1).

В недостаточном по осадкам 2009г. отмечено существенное преимущество технологических комплексов с минимальными обработками почвы по содержанию минерального азота. На паровых полях с разными вариантами ресурсоэкономных технологий его содержание в слое 0-20см составило от 31,8 до 35,1 мг/кг почвы, а по традиционной технологии (постоянная вспашка) – 28,3 мг/кг, по горохо-овсяной смеси – соответственно от 24,6 до 37,2 мг/кг и 20 мг/кг. На посевах яровой пшеницы по ресурсоэкономным технологиям отмечено содержание минерального азота от 18,2 до 27,3 и в контроле – 13,5 мг/кг почвы. По накоплению нитратов в 2009г. особо выделялись технологии с постоянными минимальными обработками и без их проведения в осенний период. На черном пару по традиционной технологии было накоплено минерального азота к началу июня в слое 0-10 см – 14,6 мг/кг почвы, в слое 10-20см – 11,3 и в слое 20-40см -9,8 мг/кг почвы.

*Подвижный фосфор.* Содержание подвижного фосфора колеблется в меньшей степени, чем азота, однако выявлено заметное изменение его содержа-

ния в зависимости от темпов жизнедеятельности микроорганизмов при улучшении водного режима и при других благоприятных условиях [6,8].

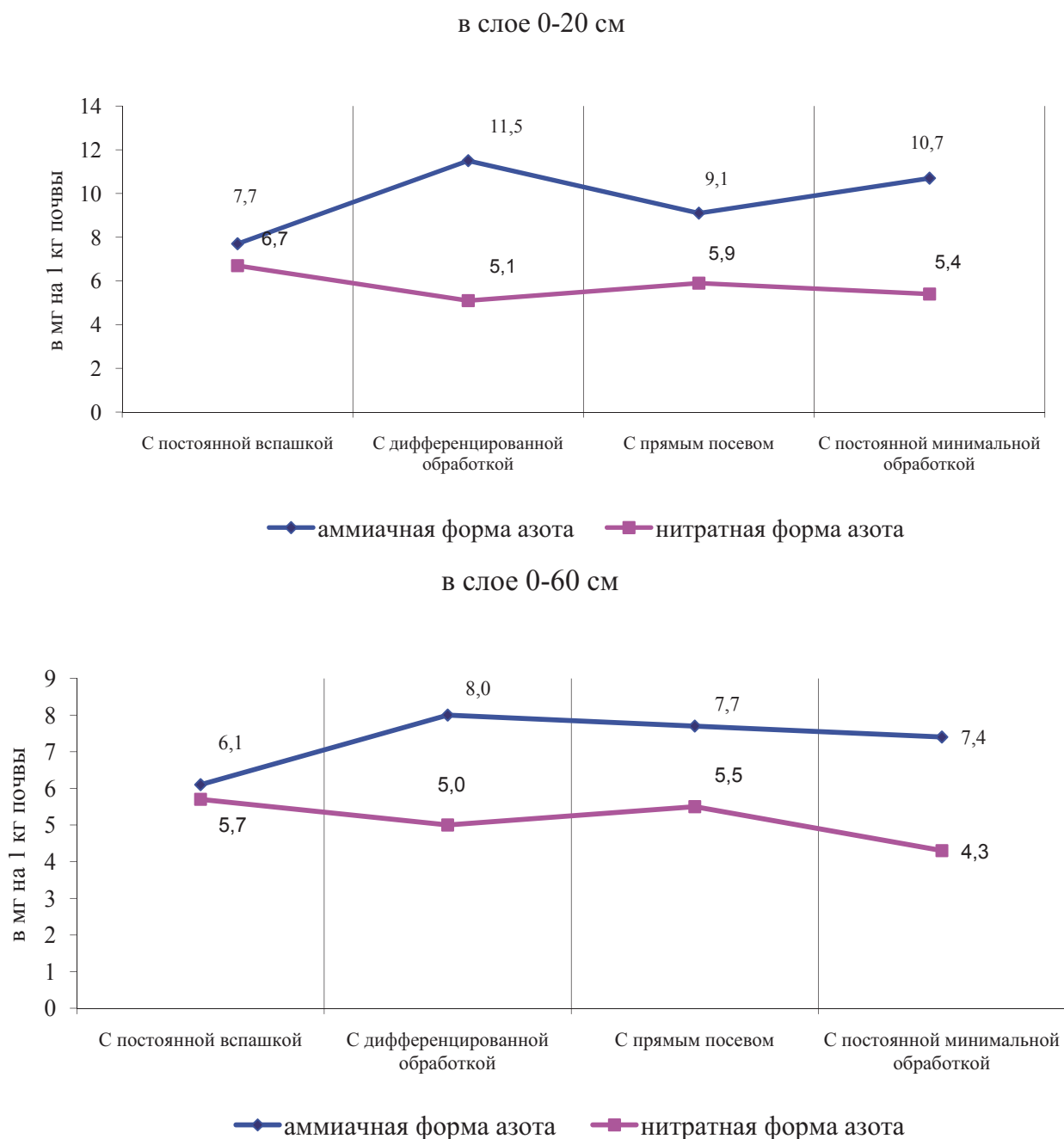
Необходимость обстоятельного изучения динамики подвижного фосфора связана с резким снижением поступления их в последние годы с удобрениями и изменения возможностей его регулирования при переходе на технологии нового поколения.

Многолетними наблюдениями, проведенными в Самарском НИИСХ, в большинстве случаев установлено положительное влияние применяемых в севооборотах минимальных обработок почвы на содержание подвижного фосфора и обменного калия [4,7].

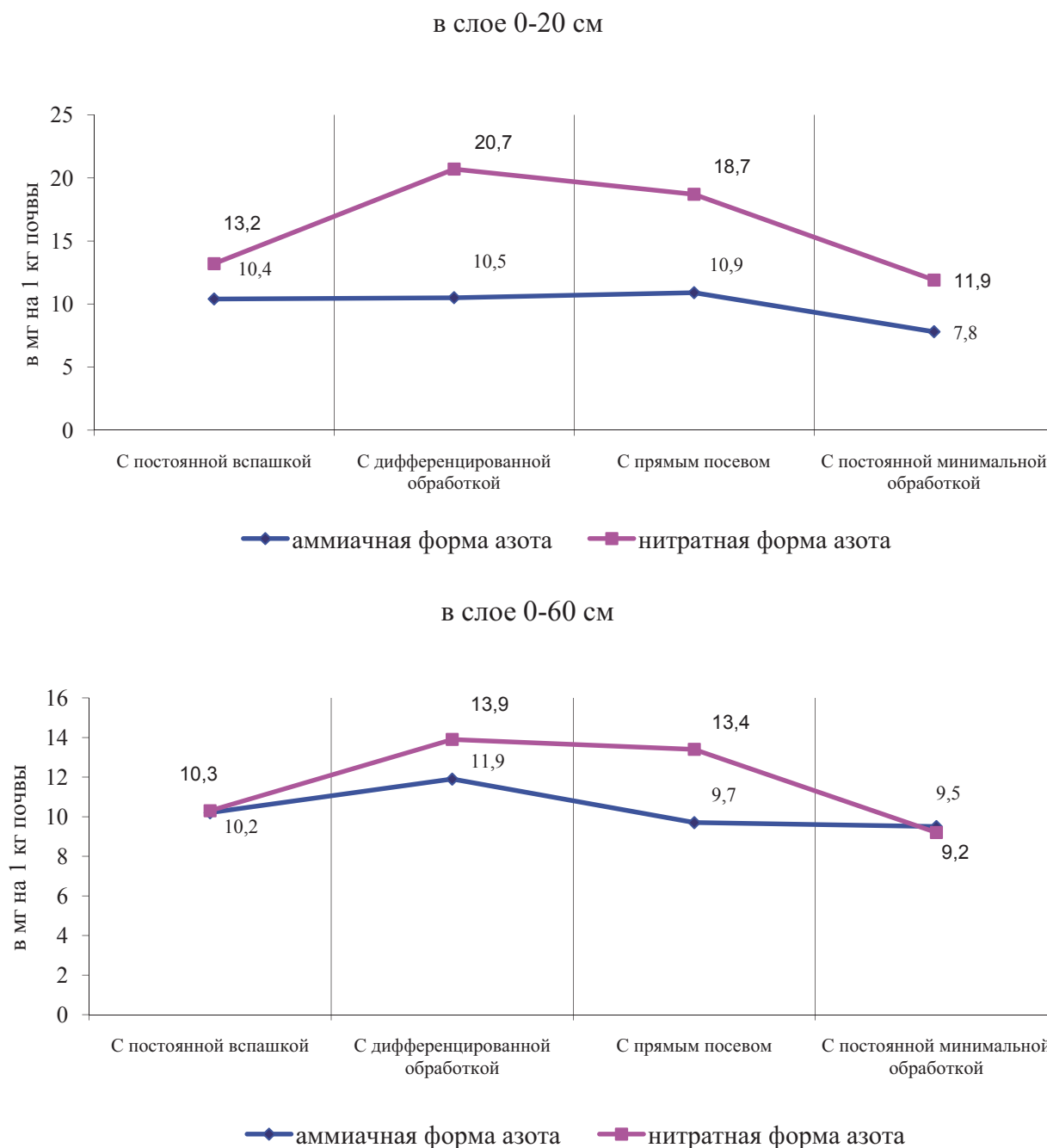
Подобные тенденции улучшения фосфорного питания подтверждаются по нашим наблюдениям в 2006-2009гг. (рис. 3).

В 2006г. отмечено устойчиво повышенное содержание подвижного фосфора на посевах яровой пшеницы и горохово-овсяной смеси по минимальным обработкам почвы. Несколько сниженным было количество фосфатов по минимальным обработкам в черном пару.

Наибольшее повышение в содержании подвижного фосфора отмечено на посевах горохово-овсяной смеси и яровой пшеницы по технологиям с постоянной минимальной обработкой почвы и без осенней обработки, т.е. на полях с повышенным содержанием органических остатков в верхних слоях почвы.



**Рис. 1.** Содержание азотистых соединений в разных технологических комплексах на чистых парах весной 1-й срок (май)



**Рис. 2.** Содержание на чистых парах азотистых соединений в разных технологических комплексах на чистых парах весной 2-й срок (начало июля)

Большому накоплению подвижных фосфатов по этим вариантам способствует, на наш взгляд, также лучший водный режим почвы, оказавший благоприятное влияние на активность микроорганизмов.

Фосфор входит в состав органического вещества и пожнивных остатков, поэтому пополнение подвижными его формами возможно при новых технологиях благодаря высвобождению при их разложении в почве. Определенное влияние на накопление подвижного фосфора могло оказать длительное применение в севообороте минимальных и безотвальных обработок с сохранением стерни на поверхности поля [3].

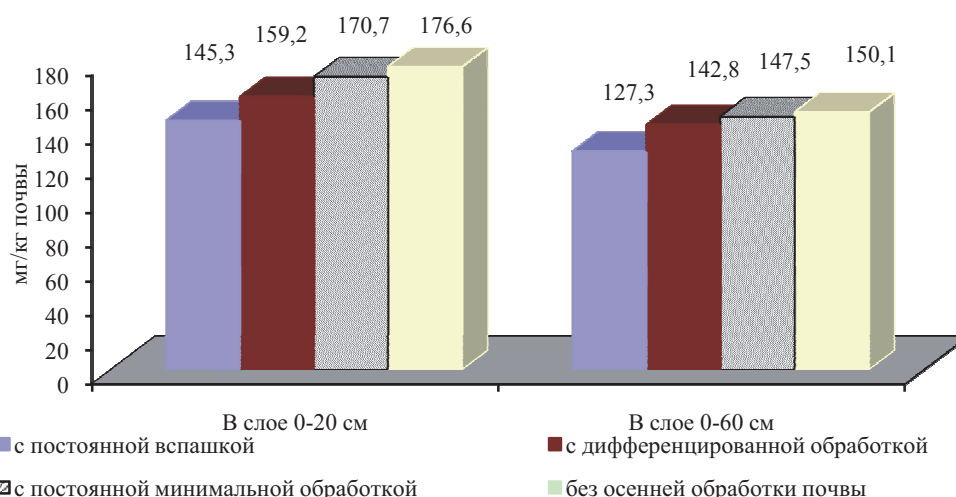
В 2007г. повышенное содержание фосфора по севообороту в слое 0-20 см отмечено по технологиям с минимальными обработками и прямым посевом. По горохо-овсяной смеси устойчиво высокое содержание подвижного фосфора в сравнении с традиционной технологией отмечено по всем технологиям с минимальными обработками почвы.

В заключительном поле севооборотов (посев яровой пшеницы) также отмечен устойчивый прирост содержания подвижного фосфора по всем технологиям с минимальными обработками почвы за все годы исследований.

*Обменный калий.* В 2006г. на паровом поле

**Таблица 1.** Послойное размещение нитратов в метровом слое почвы на паровых полях в разных технологических комплексах, мг/кг

Слои почвы (см)	Сроки взятия проб:					
	28 июня			5 сентября		
	Технологии					
	с постоянной вспашкой	без осенней обработки почвы	постоянная минимальная обработка	с постоянной вспашкой	без осенней обработки почвы	постоянная минимальная обработка
0,10	10,6	7,1	7,4	29,9	28,5	31,0
10-20	10,6	9,1	8,3	19,5	13,1	19,2
20-40	9,6	8,3	6,3	11,9	9,5	9,6
40-60	8,5	6,4	5,9	10,0	5,3	7,4
60-80	7,1	5,8	6,2	7,4	5,1	8,2
80-100	6,7	6,0	5,1	6,5	4,2	7,0
Всего в слое 40-100см	22,3	18,2	17,2	23,9	14,6	21,6

**Рис. 3.** Содержание подвижного фосфора в полевом севообороте с разными технологическими комплексами (Среднее за 2006-2009гг.)

не выявлено преимущества по накоплению обменного калия, что, на наш взгляд, объясняется разными темпами минерализации органических остатков на парах и посевах яровых культур. К началу взятия проб эти процессы на паровых полях уже завершились, а на яровых культурах они проявились по-разному (на полях с бесплужными обработками и вспашкой) в связи с неодинаковыми условиями размещения органических остатков в пахотном слое (глубокая заделка и расположение на поверхности поля).

На посевах по горохо-овсяной смеси количество обменного калия в слое 0-20 см при технологиях с низкзатратными способами обработки почвы были большими, чем в контроле на 36,1-46,7 мг/кг и в слое 0-60 см – на 28,1-29,9 мг/кг почвы.

На посевах яровой пшеницы в заключительном поле севооборота содержание обменного калия в слое 0,20см было более высоким по тех-

нологиям с минимальными обработками почвы, чем по традиционной (постоянная вспашка) на 13,2-65,9 мг/кг почвы и в слое 0-60 см -5,7 – 35,1 мг/кг.

Аналогичная закономерность проявилась и в 2007г. Средневзвешенное содержание обменного калия в слое 0-20см оказалось в целом по севообороту одинаковым по всем изучаемым технологиям (182,6, 184,5, 187,5 мг/кг). Более высоким оно было по технологиям с минимальными обработками почвы в слое 0-60см (163,4 и 175,7 мг против 156,2 в контроле).

В 2008г. как и в предыдущем на черном пару отмечалось пониженное содержание обменного калия, как в пахотном, так и во всем корнеактивном слое (0-60 см). Количество обменного калия в черном пару по технологиям с минимальными обработками в слое 0-20 см оказалось более низким, чем в контроле на 18-40 мг/кг и в слое 0-60см на31-42мг.

На посевах по горохо-овсяной смеси и яровой пшеницы в заключительном поле севооборота отмечено увеличение содержания обменного калия при технологиях с минимальными обработками почвы.

Благоприятные условия для формирования в почве обменного калия сложились во всех полях севооборота с минимальными обработками почвы в 2008 году. Средневзвешенное содержание обменного калия по севообороту при технологиях с минимальными обработками почвы в слое 0-20 см превысило контроль (постоянная вспашка) на 33,2-57,6 мг/кг и в слое 0-60см – на 20,4-35,9 мг/кг почвы.

В 2009г. в среднем по всем наблюдаемым полям севооборота содержание обменного калия при технологиях с бесплужными обработками почвы в слое 0-20 см превосходило контроль с постоянной вспашкой на 22,7-29,7 мг/кг и в слое 0,60см – на 4,5-35,1 мг/кг.

Таким образом, длительное систематическое применение в севообороте технологических комплексов с минимальными и дифференцированными системами обработки почвы, позволяет по-новому оценить сложившиеся представления о системах удобрений и методах воспроизводства почвенного плодородия в технологических комплексах с минимальными и дифференцированными системами обработки почвы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроэкологическая концепция сохранения и воспроизводства плодородия черноземов при комплексном использовании средств биологизации и интенсификации в Среднем Поволжье / С.В. Обущенко, С.Н. Шевченко, В.А. Корчагин, А.П. Чичкин, Ф.Н. Рыкалин. Самара, 20014. 73 с.
2. Биологизация земледелия в основных земледельческих регионах России / Н.И. Картамышев, Г.И. Казаков, В.А. Корчагин и др. М.: Изд-во КолосС, 2012. 550 с.
3. Концепция формирования современных ресурсосберегающих технологических комплексов возделывания зерновых культур в Среднем Заволжье / науч. ред., сост. В.А. Корчагин. Самара, 2006. 87 с.
4. Корчагин, В.А. Прямой посев зерновых культур в степных районах Среднего Поволжья / В.А. Корчагин, С.Н. Шевченко, О.И. Горянин, В.Г. Новиков. Самара: СамНЦ РАН, 2008. 111 с.
5. Минеев, В.Г. Агрехимия / В.Г. Минеев. М: Изд-во «КолосС». 2004. 720 с.
6. Назарюк, В.М. Почвенно-экологические основы оптимизации питания растений / В.М. Назарюк. Новосибирск, 2007. 364 с.
7. Обущенко, С.В. Агроэкологическое обоснование систем воспроизводства почвенного плодородия в полевых севооборотах Среднего Заволжья: автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук. Спец.: 06.01.01 / Обущенко Сергей Владимирович. Кинель, 2014. 46 с.
8. Чичкин, А.П. Система удобрений и воспроизводства плодородия обыкновенных чернозёмов Заволжья / А.П. Чичкин. М., 2001. 250 с.

## AGROCHEMICAL PARAMETERS OF SOIL FERTILITY ORDINARY CHERNOZEMS MIDDLE VOLGA WITH PROLONGED USE OF RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES OF CROP CULTIVATION

© 2015 S.V. Obuschenko<sup>1</sup>, V.A. Korchagin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Agrichemical Service Station «Samarskaya», Samara

<sup>2</sup> Samara Research Scientific Institute of Agriculture named after N.M. Tulaikov, Bezenchuk, Samara Region

One of the important areas to maintain a high level of soil fertility is to ensure a positive balance of soil nutrients. The article is sanctified by the dynamics of the content of mineral nitrogen, mobile phosphorus and exchangeable potassium in the long-term use of resource-saving technologies in field crop rotations with differentiated and minimal (mulching) tillage systems. Established unstable form of nitrogen in their soils mode. Identification of patterns indicative of the need for a different approach to the formation of the optimal nitrogen regime in the transition to tillage systems using straw as fertilizer. This regularity involves the need for starting doses of nitrogen udobreniyv technology of the new generation on the basis of 8-10kg of nitrogen per 1 ton of chopped straw. Based on these studies to elucidate the role of new technologies in the formation of nitrogen nutrition of plants, the accumulation of nitrogen in the soil and consumption of mobile forms of battery. There was a trend toward a higher content on this background, mobile phosphorus and exchangeable potassium. It is proposed to re-evaluate existing ideas about the system of fertilizers and methods of reproduction of soil fertility in complexes with a minimum of technological and differentiated tillage systems.

*Keywords:* soil fertility, soil nitrogen regime, mobile phosphorus, exchangeable potassium, saving technologies, field crop rotations.