

## АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОСУШАЕМЫХ ПОЧВ ПРИ РАЗНЫХ РЕЖИМАХ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

**Ю.И. Митрофанов, к.с.-х.н., Л.И. Петрова, к.с.-х.н., М.В. Гуляев, к.с.-х.н., ВНИИМЗ**

*Представлены результаты длительных наблюдений за изменениями агрохимических свойств осушаемых почв при разных режимах их использования. Наблюдения проводились на двух объектах мелиорации Тверской области. Установлено, что замена интенсивных форм земледелия на земледелие с ограниченным применением удобрений приводит к смене тренда в динамике содержания в почве гумуса, доступного фосфора и обменного калия с положительного на отрицательный. Положительная динамика содержания в почве доступного фосфора и обменного калия формируется при положительном балансе этих элементов, когда их поступление в почву превышает суммарные потери. Содержание гумуса в осушаемых почвах зависит также от режима их использования и баланса органического вещества. При переходе осушаемых земель в залежное состояние положительная динамика гумуса и доступного фосфора сохраняется. Изменения кислотности почвы на пашне и залежи носят однонаправленный характер. Эти изменения во многом связаны с промывным водным режимом и значительным выносом кальция и магния с дренажным стоком. Без известкования повышение кислотности почвы наблюдается при всех режимах использования осушаемых земель.*

**Ключевые слова:** осушаемые почвы, агрохимические свойства, баланс, гумус, доступный фосфор, обменный калий, урожайность.

Проблема плодородия почвы, его сохранения или расширения воспроизводства – одна из наиболее актуальных в современном земледелии. Плодородие, как объективное свойство почвы, определяет ее качественное состояние, способность удовлетворять потребность растений в земных факторах жизни: элементах питания, влаге, воздухе и др. Об уровне эффективного плодородия принято судить, чаще всего, по урожайности культур, влагообеспеченности растений, кислотности почвы, содержанию основных элементов питания – легкогидролизуемого и минерального азота, доступного фосфора, обменного калия, а также отдельных микроэлементов и др.

Основными агрохимическими критериями почвенного плодородия являются содержание в почве доступного фосфора, обменного калия, гумуса и кислотность почвы (рН). Оптимальные параметры этих критериев наукой установлены и дифференцированы в разрезе почв, культур и севооборотов. В Нечерноземной зоне естественное плодородие основной части пахотопригодных земель этим критериям и требованиям не отвечает. Высокопродуктивное земледелие на таких почвах возможно только после их окультуривания. Многочисленными исследованиями установлено, что важная роль в решении этой задачи принадлежит систематическому внесению органических и минеральных удобрений, а также периодическому известкованию кислых почв.

В Нечерноземной зоне РФ минеральные удобрения в заметных количествах стали применять в 60-е годы прошлого столетия, а наиболее активно их вносили в 70-80-е годы. В результате, в этот период отмечено повышение в почвах содержания фосфора и калия, уменьшение количества кислых почв. В Тверской области площадь пашни с содержанием доступного фосфора более 100 мг/кг увеличилась с 18,5 до 62,2%, обменного калия с содержанием более 120 мг/кг почвы – с 15,6 до 36,0, а площадь кислых почв снизилась с 86,6 до 52,2% [1].

Однако в 90-е годы характер антропогенного воздействия на почву сильно изменился, произошло резкое снижение, в

отдельных регионах 5-10-кратное, объемов внесения органических и минеральных удобрений, практически прекратилось известкование почв, что привело к смене общего тренда изменений отдельных агрохимических показателей почвенного плодородия с положительного на отрицательный.

Наблюдения за динамикой отдельных критериев почвенного плодородия в этот период были проведены на двух объектах мелиорации Тверской области. Первый объект «Губино» в настоящее время является опытным полигоном Всероссийского НИИ мелиорированных земель, второй – «Кузьминское болото-2» активно использовался институтом для проведения полевых исследований в 80-е годы прошлого столетия. С 1994 г. объект не используют, он перешел в режим залежи.

На первом объекте для анализа взяли фрагмент участка с 8 автономными мелиоративными системами и сложной структурой почвенного покрова. Почва участка дерново-подзолистая легкосуглинистая и супесчаная, сформировавшаяся на среднем и маломощном двучлене. По степени гидроморфизма почвенный покров представлен слабооглеенными, глееватыми и глеевыми почвами. По признакам оглеения, условиям проведения полевых работ и культурам индикаторам на участке выделено четыре почвенно-мелиоративных комплекса. Первые 10-11 лет на участке был расположен ландшафтно-организованный опыт. На каждой мелиоративной системе и в почвенно-мелиоративной группе был освоен плодосменный севооборот. В расчете на 1 га севооборотной площади на этом этапе вносили 12 т органических удобрений (торфо-навозный компост) и 220 кг минеральных удобрений в действующем веществе. Среднемноголетний уровень продуктивности культур в этот период показан в таблице 1.

**1. Урожайность сельскохозяйственных культур на осушаемой глееватой почве, т/га**

Культура	В среднем за 9 лет	max.	min.	Коэффициент временной вариабельности, %
Горохо-овсяная смесь	22,3	28,7	14,2	24,1
Озимая рожь	3,92	5,21	2,22	24,8
Ячмень	3,34	4,34	1,96	25,4
Овес	3,18	4,08	2,40	20,0
Картофель	24,5	30,9	18,2	22,6
Клевер	26,2	32,1	12,8	29,3

Затем участок, с точки зрения антропогенного воздействия, перешел в другой режим (менее интенсивный) использования: органические удобрения практически не вносили, а применение минеральных удобрений сократилось в 3-4 раза – до 70-80 кг д.в./га.

Первое обследование почвы на каждой мелиоративной системе было в 1983 г. после ввода этой части объекта в эксплуатацию. Во время опыта агрохимические показатели почвенного плодородия отслеживались регулярно, в том числе после окончания опыта. Последнее обследование участка по мелиоративным системам проведено в 2011-2013 гг. Анализ изменений агрохимических свойств почвы во времени осуществлен с учетом режима ее использования.

Оценка изменений агрохимических параметров на первом этапе (интенсивный период) по истечении 11-летнего периода использования участка в плодосменном севообороте показала, что при применяемой в севообороте системе удобрения

основные агрохимические показатели почвенного плодородия, кроме кислотности почвы, улучшились. Содержание доступного фосфора увеличилось на 89 мг/кг почвы, обменного калия – на 56 мг/кг (табл. 2). Изменения в содержании гумуса были неоднозначными: на слабооглеенной и глееватой почвах оно увеличилось – ежегодный прирост составлял 200-300 кг на 1 га севооборотной площади; на глеевой почве, наоборот, существенно снизилось (на 0,86%) – с 4,50 до 3,64%, ежегодная убыль составила 2190 кг/га. При этом средневзвешенное содержание гумуса на обследуемом участке практически не изменилось. В результате, отмечена определенная гомогенизация почвенного покрова объекта осушения по содержанию гумуса в пахотном слое. Столь существенные различия между почвами в динамике, скорости и направленности произошедших изменений в содержании гумуса объясняются их исходными различиями, более значительными нарушениями баланса органического вещества и сложившегося природного равновесия в глеевых почвах после их осушения и освоения под пашню. Негативные изменения в почвенном плодородии в этот период использования связаны с ростом кислотности почвы – гидролитическая кислотность увеличилась на 0,37 мг-экв/100 г почвы, pH снизился с 6,7 до 6,0. Почва по кислотности перешла из группы с нейтральной реакцией в группу почв, близких к нейтральной.

## 2. Динамика агрохимических параметров плодородия осушаемой почвы при разных режимах ее использования (обобщение по 8 мелиоративным системам)

Показатель	Ед. измерения	1983-1985 гг.			Временные изменения, ±		
		1983-1985 гг.	1993-1995 гг.	2011-2013 гг.	На 1-м этапе 1983-1995 г.	На 2-м этапе 1996-2013 г.	За весь период наблюдений
Гумус	%	2,88	2,87	2,70	-0,01	-0,17	-0,18
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	мг/кг	226	315	222	+89	-93	-4
K <sub>2</sub> O	поч-вы	129	185	138	+56	-47	+9
N <sub>гр</sub>		57,2	70,2	66,4	+13,0	-3,8	+9,2
pH		6,7	6,0	5,2	-0,7	-0,8	-1,5
Гидролитическая кислотность	мг-экв. на 100г поч-вы	1,64	2,01	3,00	+0,37	+1,01	+1,36

Агрохимические показатели почвенного плодородия существенно ухудшились после перехода на экстенсивный режим использования участка (18-летний период). Содержание гумуса снизилось в почве всех почвенно-мелиоративных комплексов, в целом по участку на 0,17%, количество доступного фосфора уменьшилось на 93 мг/кг почвы, обменного калия – на 47 мг/кг. По содержанию фосфора и калия почвы практически вернулись к уровню 1983-1985 гг., утратив все позитивные изменения первого этапа использования с интенсивным режимом. По кислотности пахотного слоя почва на втором этапе, в среднем по участку, перешла в группу слабокислых почв – pH составил 5,2, а слабооглеенная, сформировавшаяся на среднemosном двучлене, – в группу кислых и среднекислых – pH 4,3-4,7. В целом за 29-летний период изменения кислотности осушаемой почвы, в отличие от других показателей, были однонаправленными при обоих режимах использования – в разрезе отдельных участков с автономными мелиоративными системами pH с начальных параметров 6,1-7,2 снизился до 4,3-5,5. Среднегодовая скорость снижения pH составила 0,05 ед.

Характер изменений в содержании элементов питания в почве определялся состоянием их баланса при разных режимах использования. На первом этапе баланс фосфора и калия был положительным, что и предопределило увеличение их содержания в почве. Расчет основных элементов хозяйственного баланса по фосфору и калию показал, что при указанных дозах внесения удобрений за время опыта в почву поступило их значительно больше, чем вынесено с урожаем. Часть внесенных элементов питания пошла на увеличение в почве

запасов доступного фосфора и обменного калия – их запасы в пахотном слое увеличились, соответственно, на 216-399 и 99-261 кг/га. На втором этапе, при невысоких дозах внесения фосфора и калия, баланс их стал отрицательным. Вынос фосфора и калия с урожаем в этот период в 3-4 раза превышал их внесение с удобрениями, что и привело к существенному снижению запасов доступного фосфора и обменного калия в почве. В целом же за весь 29-летний период наблюдений содержание фосфора и калия в почве практически не изменилось. По фосфору почва осталась в группе с высоким содержанием, по калию – с повышенным. Использование осушаемого участка в режиме последних лет приведет, видимо, к дальнейшему снижению в почве содержания фосфора, калия и гумуса и росту кислотности. Важно отметить, что указанные изменения агрохимических свойств участка не привели к снижению продуктивности культур. В опытах, которые проводятся в настоящее время на почвах с повышенной кислотностью (среднекислых), урожайности культур, в том числе требовательных к плодородию, при сбалансированном применении в севооборотах органических и минеральных удобрений сохраняется на прежнем уровне.

Исследования динамики агрохимических свойств почвы на объекте "Губино" проводили и в полях другого севооборота. При этом получены аналогичные результаты. При замене системы интенсивного земледелия на земледелие с ограниченным применением удобрений, запасы доступного фосфора в пахотном слое почвы за 19 лет снизились на 34%, калия – на 38,1% (рис.).

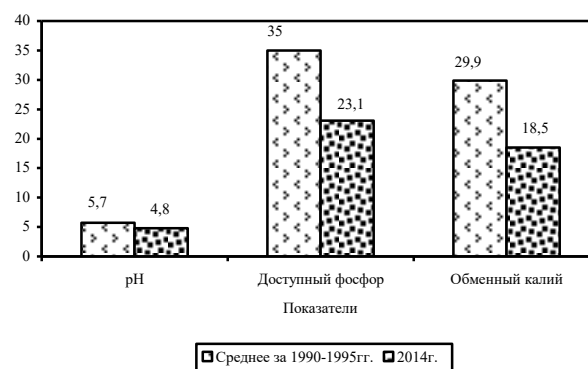


Рис. Изменения агрохимических свойств осушаемой почвы при несбалансированном ведении земледелия

Несколько иные результаты получены на втором объекте мелиорации "Кузьминское болото-2". Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая глееватая на морене, осушаемая закрытым гончарным дренажем. В 1979-1987 гг. на отдельных фрагментах этого объекта проводили полевые опыты с севооборотами, обработкой почвы и мелиоративным рыхлением. Исследования осуществляли в 7-8-польных плодосменных и зернотравяных севооборотах с двумя полями многолетних трав. Органические удобрения вносили из расчета 6-12 т/га севооборотной площади, минеральные 220-250 кг д.в./га.

В 1987 г. после завершения опытов объект использовался в сенокосном режиме, а с 1994 г. по настоящее время он находится в состоянии залежи. Удобрения в этот период не вносили.

В 2012-2015 гг. на трех стационарных площадках, где размещались опыты, проведено обследование для выявления динамики изменения агрохимических свойств почвы в залежный период. Следует отметить, что на обследуемых фрагментах объекта мелиорации дренаж, после более чем 20-летнего отсутствия эксплуатационных мероприятий, находился в рабочем состоянии, продолжал отводить из почвы избыточную влагу и обеспечивать нормальное состояние водно-воздушного режима.

Для установления динамики агрохимических свойств почвы исследуемых участков использовали данные агрохимиче-

ских обследований до закладки опытов, после их окончания и результаты за 2012-2015 гг., что позволяет провести поэтапный анализ временных изменений агрохимических свойств почвы. Исследования показали, что по истечении 7-8-летнего первого этапа использования (интенсивного) почвы в полевых севооборотах, почвенное плодородие в целом улучшилось. Отмечены лишь незначительное повышение кислотности и снижение содержания обменного калия. Содержание доступного фосфора, в среднем по трем участкам, увеличилось на 23 мг/кг почвы, гумуса – на 0,5% (табл. 3).

### 3. Динамика агрохимических свойств осушаемых почв в полевых севооборотах и при длительном нахождении в залежи

Показатель		Ед. измерения	Режим использования осушаемых земель				
			Пашня в полевых севооборотах			Сенокосное использование 1988-1993 гг.; залежь -1994-2015 гг.	
			1979-1981гг. начало ротации	1985-1987гг. конец ротации	±	Среднее за 2012-2015гг.	Изменения за 1987-2015гг.
Содержание	гумус	%	2,13	2,63	+0,50	2,79	+0,16
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	мг/кг	171	194	+23	250	+56
	K <sub>2</sub> O	почвы	133	112	-11	110	-2
pH			6,6	6,5	-0,1	5,3	-1,2
Гидролитическая кислотность		мг-экв/100	1,13	1,32	+0,53	2,72	+1,40
Сумма оснований		г почвы	9,9	11,7	+1,8	8,6	-3,1
Насыщенность основаниями		%	86,7	87,0	+0,3	74,2	-12,8

На втором этапе почва 22 года находилась в залежи, показатели таких важнейших критериев почвенного плодородия как гумус и доступный фосфор также продолжали улучшаться – содержание гумуса в почве повысилось на 0,16%, количество доступного фосфора – на 56 мг/кг почвы. Содержание

обменного калия осталось практически без изменений. Как и на первом объекте наиболее значительные негативные изменения произошли в кислотно-основных свойствах почвы – она перешла из группы с нейтральной кислотностью (pH 6,5) в группу слабокислых (pH 5,3). Изменения в кислотности осушаемой почвы на обоих этапах их использования, в отличие от других показателей, были направлены в сторону подкисления. Среднегодовая скорость подкисления в залежный период составила по pH 0,04 ед. К наиболее негативным изменениям второго этапа следует отнести снижение степени насыщенности почвы основаниями – с 87,0 до 74,2%, или на 12,8%. Связано это, видимо, с работой дренажа и продолжающимся при переходе в залежь выносом кальция и магния из почвы с дренажным стоком.

Таким образом, динамика агрохимических параметров плодородия осушаемых почв в значительной степени определяется характером человеческой деятельности и режимом их использования. Неправильное управление процессом круговорота биогенных элементов и органического вещества – одна из основных причин негативного влияния хозяйственной деятельности человека на почву и ее плодородие. Смена режимов хозяйственной деятельности изменяет течение почвенных процессов.

Положительная динамика содержания в почве доступного фосфора и обменного калия формируется при положительном балансе этих элементов, когда их поступление в почву превышает суммарные потери. Содержание гумуса в осушаемых почвах зависит также от режима их использования и баланса органического вещества.

Изменения кислотности почвы, на пашне и залежи, носят однонаправленный характер. Эти изменения во многом связаны с промывным водным режимом и значительным выносом кальция и магния с дренажным стоком. Без известкования повышение кислотности почвы наблюдается при всех режимах использования осушаемых земель.

*Литература*

Фирсов С.А. Мониторинг потенциала почвенных ресурсов, качества и безопасности сельскохозяйственной продукции. - Тверь: С Принт, 2010. – 194 с.

## AGROCHEMICAL PROPERTIES OF DRAINED SOILS UNDER DIFFERENT USE PATTERN

*Yu.I. Mitrofanov, L.I. Petrova, M.V. Gulyaev*

*All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands, Emmaus 27, Kalininiskii raion, Tver oblast, 170530 Russia*

*E-mail: vniimz@list.ru*

*The results of long-term observations of changes in the agrochemical properties of drained soils under different use patterns are presented. Observations were conducted at two reclamation sites in Tver region. The studies and phase analysis showed that the replacement of high-input farming systems by the unsystematic use of soils with a limited application of fertilizers results in a change of trend in the dynamics of humus, available phosphorus, and exchangeable potassium in the soil from positive to negative. Positive dynamics of available phosphorus and exchangeable potassium in the soil is formed at the positive balance of these elements, when their input into the soil exceeds their total losses. Humus content in drained soils also depends on the use pattern and the balance of organic matter. At the transition of reclaimed lands to the fallow state, the positive trend in the content of humus and available phosphorus remains. Changes in soil acidity on arable and fallow lands are of unidirectional character. These changes are largely related to the percolative water conditions and the significant removal of calcium and magnesium with the drainage flow. Without liming, soil acidity increases under all use patterns of drained land.*

*Keywords: drained soils, agrochemical properties, balance, humus, available phosphorus, exchangeable potassium, productivity.*