

# МОНИТОРИНГ ОСНОВНЫХ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ И СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

**Н.А. Комарова ЦАС «Владимирский», В.Г. Сычёв, академик РАН, ВНИИА,  
В.И. Комаров, ЦАС «Владимирский»**

Представлены результаты сравнительного исследования пахотных почв Владимирской области, проведенного на основе турового мониторинга. Выявлены существенные изменения основных агрохимических показателей (содержание подвижного фосфора, обменного калия, кислотность) в зависимости от интенсивности применения средств химизации.

**Ключевые слова:** плодородие почв, кислотность, подвижный фосфор, обменный калий, известкование.

В задачи центров и станций агрохимической службы входят сплошное обследование земель сельскохозяйственного назначения и продукции растениеводства на содержание экотоксикантов и агроэкологические исследования в рамках локального мониторинга в различных почвенно-климатических зонах страны (Кирюшин, Иванов, 2005). Мониторинг осуществляют и на реперных участках, которые расположены на сельскохозяйственных угодьях, что обеспечивает широкий охват изменчивости почвенных процессов и точности математической обработки, комплексность и непрерывность исследований во времени (Сычёв, Ефремов, Лунёв и др., 2002; Максимов, Васильева, Кузнецов, 2002).

Оценка изменений кислотности почв Владимирской области в условиях интенсивного и экстенсивного земледелия при различных уровнях применения химических мелиорантов произведена на основе результатов турового мониторинга за 1966-2010 г. В период интенсивной химизации (1970-1990 г.) значительно снизилась кислотность почв, были практически ликвидированы сильнокислые почвы, показатель кислотности в целом по области к 1990 г. достиг pH 5,6-5,8, площадь сильнокислых почв снизилась более чем в 7 раз, а доля почв с нейтральной реакцией среды увеличилась с 3,7 до 27,5% (табл. 1).

**1. Динамика площадей пахотных почв по степени кислотности, % от обследованной площади**

Год	pH <sub>KCl</sub>			
	≤ 5,0	5,1-5,5	5,6-6,0	≥ 6,1
1970	72,1	17,5	6,7	3,7
1975	58,1	23,3	12,5	6,1
1980	39,6	31,2	22,2	7,0
1985	25,3	30,6	30,9	13,2
1990	10,2	21,1	41,2	27,5
1995	7,9	19,6	44,2	28,3
2000	9,1	24,7	43,2	23,0
2005	5,9	26,7	55,3	12,1
2010	7,5	27,4	55,7	9,4

Данные таблицы 2 показывают, что площади сильнокислых почв и их доля от общей обследованной территории сильно колеблются. К 1990 г. наибольшая доля сильнокислых почв была у дерново-подзолистых супесчаных и песчаных почв -3,8%, наименьшая – у серых лесных – 1,9%. Легкие дерново-подзолистые почвы более отзывчивы на известкование, и в исследуемый период здесь отмечается наибольшая доля почв с нейтральной реакцией среды (42%). Доля почв с близкой к нейтральной реакцией среды наибольшая на серых лесных почвах – 71,2%. В целом по области доля почв с благоприятными условиями кислотности достигла 66,3%.

За последние 10 лет объемы известкования кислых почв уменьшились более чем в 30 раз. С 2000 г. доля почв с нейтральной реакцией стала уменьшаться и к настоящему времени составляет около 12%. Наибольшая площадь кислых почв занята дерново-подзолистыми песчаными и супесчаными –

42,3%, у дерново-подзолистых суглинистых и серых лесных почв она составляет, соответственно, 27,6 и 28,7%.

**2. Распределение площадей почв по кислотности, % от обследованной территории (на 01.01.1990 г.)**

Район Владимирской обл.	pH <sub>кол.</sub>						Всего обследо- вано, га
	<4,0	4,1-4,5	4,6-5,0	5,1-5,5	5,6-6,0	>6,1	
Серые лесные почвы							
Александровский	0,2	4,4	10,3	22,3	40,3	22,5	57282
Кольчугинский	0,2	1,9	5,1	13,5	51,7	27,6	34577
Собинский	0,5	2,9	5,7	15,1	41,6	34,2	44418
Суздальский	0	0,4	2,5	17,9	58,4	20,8	79323
Юрьев-Польский	0,1	0,7	5,2	29,7	49,1	15,2	92941
В целом по типу почв	0,1	1,8	5,5	21,4	49,1	22,1	308541
Дерново-подзолистые суглинистые почвы							
Вязниковский	0,1	3,2	7,3	17,5	36,4	35,5	49074
Гороховецкий	0,3	4,6	10,7	27,1	35,8	21,5	30755
Камешковский	0,6	4,3	11,3	35,7	35,5	12,6	25312
Ковровский	0,1	1,2	3,4	14,7	41,5	39,1	30523
Муромский	0,3	1,5	7,3	30,3	41,1	19,5	37929
В целом по типу почв	0,2	3,2	7,8	24,1	38,0	26,7	174223
Дерново-подзолистые песчаные и супесчаные почвы							
Гусь-Хрустальный	0,6	7,5	15,2	27,7	31,9	17,1	24699
Киржачский	0,1	1,1	3,2	10,0	39,4	46,2	14994
Меленковский	0,7	9,0	16,6	26,9	33,6	13,2	56157
Петушинский	0	0	1,0	33,0	64,0	2,0	18221
Селивановский	0,2	2,3	3,5	23,2	42,2	28,6	32005
Судогодский	0,2	2,9	11,3	24,4	31,0	30,2	30100
В целом по типу почв	0,4	4,9	10,4	25,1	38,1	21,1	176176
Итого по области	0,3	2,9	7,4	23,1	43,2	23,1	658310

Результаты мониторинга почв свидетельствуют об общей закономерности распределения площадей по степени кислотности независимо от типа почв, однако выявлены существенные различия по районам. В Юрьев-Польском районе доля серых лесных почв с нейтральной реакцией среды составляет 75,1%, а в Александровском – 48,4%. Аналогичные закономерности установлены на дерново-подзолистых суглинистых почвах: в Камешковском и Вязниковском районах доля почв с реакцией среды >5,6 составляет, соответственно, 63,8 и 58,9%, а в Гороховецком и Ковровском районах – около 50%.

**4 3. Нормы расхода CaCO<sub>3</sub> для сдвига реакции на 0,1 ед., т/га**

Гранулометриче- ский состав	pH <sub>кол.</sub>						
	<4,5	4,6-4,7	4,8-4,9	5,0-5,1	5,2-5,3	5,4-5,5	5,6-5,7
<i>Дерново-подзолистые почвы</i>							
Пески	0,33	0,4	0,45	0,64	0,76	0,86	-
Супеси	0,35	0,4	0,45	0,58	0,59	0,66	-
Суглинки: легкие	0,41	0,42	0,61	0,64	0,71	0,89	0,95
средние	0,49	0,56	0,68	0,69	0,74	0,9	1,15
тяжелые	0,58	-	-	-	-	-	-
<i>Серые лесные почвы</i>							
Суглинки: легкие	-	-	0,47	0,69	0,78	0,9	0,99
средние	0,51	0,54	0,57	0,71	0,81	0,95	1,0
тяжелые	-	-	-	0,82	0,94	1,12	-

Разработаны нормативы применения известковых удобрений. Полученные результаты служат основой для планирования сроков и доз известкования для поддержания реакции

почв на оптимальном уровне (табл. 3). Динамика изменения кислотности почв находится в тесной зависимости от объемов известкования за анализируемый период. Установлена корреляционная зависимость между дозами  $\text{CaCO}_3$  (т/га) и  $\text{pH}_{\text{KCl}}$ : с увеличением доз мелиоранта увеличивается  $\Delta\text{pH}$ , в опытах теснота связи очень высокая ( $R=0,87-0,91$ ). При внесении одной и той же дозы мелиоранта в пересчете на 1 т  $\text{CaCO}_3$  наибольший сдвиг  $\text{pH}$  отмечен на супесчаных почвах, наименьший – на тяжелосуглинистых, показатели сдвига  $\text{pH}$  наибольшие на дерново-подзолистых почвах.

#### 4. Динамика средневзвешенного показателя $\text{pH}_{\text{KCl}}$ на реперных участках

Показатель	$\text{pH}_{\text{KCl}}$							
	1993 г.	1996 г.	1998 г.	2000 г.	2003 г.	2005 г.	2008 г.	2010 г.
<i>Серые лесные почвы</i>								
Ср. вз. $\text{pH}$	5,84	5,73	5,62	5,48	5,63	5,59	5,56	5,54
lim	6,1-5,5	6,0-5,4	6,0-5,4	6,0-5,2	6,1-5,4	5,9-5,2	5,8-5,1	5,8-5,1
M+m	5,84±0,28	5,77±0,21	5,74±0,26	5,59±0,31	5,62±0,33	5,59±0,31	5,51±0,32	5,48±0,27
V, %	4,8	3,6	5,4	5,6	5,9	5,6	5,8	4,9
<i>Дерново-подзолистые легко-, средне- и тяжелосуглинистые почвы</i>								
Ср. вз. $\text{pH}$	6,09	5,99	5,84	5,81	5,89	5,84	5,77	5,74
lim	6,7-5,8	6,5-5,7	6,4-5,8	6,5-5,7	6,5-5,6	6,5-5,5	6,5-5,5	6,2-5,4
M+m	6,24±0,36	6,2±0,35	6,11±0,33	6,06±0,39	6,09±0,41	5,99±0,37	5,92±0,41	5,74±0,27
V, %	5,8	5,7	5,4	6,4	6,7	6,2	6,9	4,7
<i>Дерново-подзолистые песчаные и супесчаные почвы</i>								
Ср. вз. $\text{pH}$	6,24	6,14	5,98	6,01	5,99	5,97	5,86	5,80
lim	6,7-5,4	6,7-5,7	6,5-5,3	6,5-5,3	6,7-5,3	6,6-5,3	6,6-5,3	6,4-5,2
M+m	6,09±0,53	6,03±0,51	5,96±0,49	5,84±0,55	5,99±0,61	5,97±0,54	5,90±0,57	5,80±0,56
V, %	8,7	8,5	8,2	9,4	10,2	8,6	9,7	9,7
Средобл.	6,1	6,0	5,9	5,8	5,8	5,8	5,7	5,6

Различный уровень внесения минеральных удобрений по годам обусловил значительные изменения в группировке почв по содержанию обменного калия в них. В период интенсивной химизации (1965-1990 г.) отмечен положительный баланс калия в агроэкосистемах, что дало возможность повысить обеспеченность почв калием в среднем по области с 89 до 131 мг/кг почвы. Снижение объемов применения удобрений обусловило дефицит калия и снижение средневзвешенного показателя до 103 мг/кг почвы.

В 1970 г. площадь почв с очень низким и низким содержанием калия занимала 47,7%, к 1990 г. их доля снизилась до 18,3%. В последующие годы площадь этой группы почв стала увеличиваться и к 2010 г. составляла 37,6%. Одновременно уменьшилась доля пахотных почв с повышенным и высоким содержанием калия в 1990 г., соответственно, с 30,7 и 21,4% до 19,9 и 8,1% в 2010 г. Фактические агрохимические показатели в настоящее время свидетельствуют о снижении содержания обменного калия: на 10-15 мг/кг между циклами обследования почв, а в ряде хозяйств и районов этот показатель снизился на 17-30 мг/кг, что создаёт реальную угрозу истощения пахотных почв данным элементом питания (табл. 5).

#### 5. Соотношение площадей почв по содержанию подвижного калия, % от общей обследованной площади

Год	Содержание $\text{K}_2\text{O}$ , мг/кг почвы			
	очень низкое и низкое, $\leq 80$	среднее, 81-120	повышенное, 121-170	высокое и очень высокое, $\geq 171$
1970	47,7	29,6	14,4	8,3
1975	34,8	40,0	21,4	3,8
1980	25,5	37,9	28,6	8,0
1985	22,3	31,4	28,3	18,0
1990	18,3	29,6	30,7	21,4
1995	20,9	33,2	29,2	16,7
2000	22,2	34,3	28,4	15,1
2005	30,2	38,1	25,8	5,9
2007	36,2	33,5	21,9	8,4
2010	37,6	33,4	19,9	8,1

Так, в дерново-подзолистых почвах Александровского района содержание калия уменьшилось со 127 до 107 мг/кг, Гусь-Хрустального района – с 91 до 72, Киржачского – со 123

Результаты кислотности почв на реперных участках характеризуются значительными вариациями  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  во времени, наиболее значимые изменения характерны для дерново-подзолистых почв. За 7-летний период отмечено снижение величины  $\text{pH}$  на 0,3 ед., на песчаных и супесчаных дерново-подзолистых почвах изменение кислотности происходило активнее (в среднем на 0,4  $\text{pH}$ ), чем на суглинистых и серых лесных почвах (табл. 4).

до 103, Кольчугинского – со 170 до 141, Муромского района – со 119 до 97 мг/кг. Столь значительное снижение содержания калия нарушает экологическую безопасность пахотных почв и динамическое равновесие в почвенной среде.

Мониторинг почв на реперных участках выявил, что содержание обменного калия в почвах (80-225 мг/кг почвы) колеблется в основном от среднего до повышенного, в большей степени разнота обусловлена типом почв и их гранулометрическим составом (табл. 6).

#### 6. Распределение площади пашни по обеспеченности почв обменным калием (на 01.01.2010 г.), %

Почвы	Группировка почв по содержанию обменного калия, мг/кг						Средне-взвешен. $\text{K}_2\text{O}$ , мг/кг
	$\leq 40$	41-80	81-120	121-170	171-250	$\geq 251$	
2000 г.							
Дерново-подзолистые	3,0	28,1	33,8	23,9	8,8	2,4	114
Серые лесные	0,1	6,9	34,5	36,7	19,3	2,5	141
2004 г.							
Дерново-подзолистые	3,5	38,0	34,6	18,6	5,1	0,2	96
Серые лесные	-	10,1	46,2	35,8	7,8	-	120
2010 г.							
Дерново-подзолистые	7,9	35,8	28,2	14,6	5,1	8,4	89
Серые лесные	0,1	11,8	36,9	33,5	11,1	6,6	118

Выявлено, что содержание калия 130-150 мг/кг почвы является оптимальным для серых лесных и дерново-подзолистых суглинистых почв, для дерново-подзолистых супесчаных – 100-120 мг/кг. Однако, содержание обменного калия в почвах большинства обследованных хозяйств находится в минимуме, т.е. прежде всего лимитирует количественные и качественные показатели возделываемых культур. Средневзвешенная величина содержания подвижного калия в почвах в настоящее время составляет по области 103 мг/кг почвы.

Результаты турового мониторинга показывают, что внесение 1 т фосфоритной муки (200 кг  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) на 1 га пашни позволяет поднять уровень содержания подвижного фосфора в песчаных и супесчаных дерново-подзолистых почвах на 32-47

мг/кг, на средних и легких суглинках – на 21-32 мг  $P_2O_5$  /кг почвы. Средний расход удобрений для увеличения содержания  $P_2O_5$  на 10 мг/ кг почвы колеблется от 78 до 87 кг  $P_2O_5$  /га.

В период интенсивной химизации значительно возросло содержание подвижного фосфора в почвах: с 56 мг/кг в 1970 г. до 135 мг/кг в 1990 г. Последствие фосфоритования почв характеризуется устойчивым пролонгированным действием, обеспечившим в настоящее время содержание подвижного фосфора в почвах на уровне 142 мг/кг почвы (табл.7). Изменение соотношения площадей почв по их обеспеченности  $P_2O_5$  в период спада химизации было незначительным. Последствие фосфоритования проявляется до сих пор и положительно влияет на фосфатный режим почв.

Для создания уровня фосфатного режима в пределах 150-250 мг/кг в серых лесных и дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава потребовался 21 год (1970-1990 г.) систематического применения удобрений. При этом доля этих почв составляет лишь 46%. Корреляционный анализ данных за годы исследований (1980-1994 г.) позволил выявить тесную зависимость между урожайностью зерновых культур и содержанием в почве подвижного фосфора ( $R=0,86$ ). Установлено, что внесение фосфоритной муки один раз в 3-4 года в дозах 1-2 т/га эффективно и обеспечивает получение дополнительного урожая сельскохозяйственной продукции при одновременном повышении плодородия почв.

#### 7. Распределение площади пашни по содержанию почв подвижного фосфора, %

Почвы	Содержание подв. $P_2O_5$ , мг/кг почвы						Средне- взвеш. $P_2O_5$ , мг/кг
	≤ 25	26-50	51- 100	101- 150	151- 250	≥ 250	
2000 г.							
Дерново- подзолистые	3,5	7,3	22,0	24,2	36,2	6,8	132
Серые лес- ные	0,2	1,8	14,0	30,2	50,0	3,8	169
2004 г.							
Дерново- подзолистые	2,4	7,0	25,9	30,7	31,5	2,5	127
Серые лес- ные	-	1,4	17,7	41,1	38,5	1,3	140
2010 г.							
Дерново- подзолистые	3,3	6,9	21,5	25,5	34,1	8,9	136
Серые лес- ные	0,2	1,6	16,0	30,9	48,6	2,7	149

Выявлено, что зависимость между урожаем зерновых культур и содержанием подвижного фосфора в почвах не прямолинейна, оптимум лежит в интервале 130-180 мг  $P_2O_5$ /кг почвы, при котором отмечается максимальная окупаемость затрат. Увеличение фосфатного уровня с 50 до 150-200 мг/кг в Суздальском районе в дерново-подзолистых почвах повысило эффективность внесения удобрения на 56%, а в серых лесных почвах – на 87%. Применение фосфоритной муки в сочетании с известкованием позволяет получить на низкоплодородных почвах урожай: зерновых 30-40 ц/га, сена многолетних трав 40-60 ц/га. Фосфоритная мука в условиях известкования почв не только не снижает своей эффективности, но и содействует быстрому решению проблемы фосфора в земледелии. Повышение уровня содержания подвижного фосфора с 50 до 100 мг/кг способствует росту урожайности сельскохозяйственных культур на 10-15%, а со 120 до 190 мг/кг – на 30-50%.

Полученные результаты по расчёту почвенно-экологического индекса (ПЭИ) на реперных участках колеблются от 33,4 до 86,6 балла. Наибольшие значения показателя наблюдаются на серой лесной среднесуглинистой почве (Суздальский район), что свидетельствует о более высокой величине агрохимического показателя по сравнению с аналогичными почвами на других участках. На песчаных и супесчаных почвах ПЭИ, как правило, значительно ниже. Такой метод

анализа дает возможность количественно оценить экологическую нагрузку на конкретные угодья и земельные участки (Карманов, 1991). Оценка почв по системе ПЭИ выявила устойчивую тенденцию к его снижению (табл.8).

За 1993-2010 г. итоговый агрохимический показатель (А) в среднем по области снизился с 1,31 до 1,24. Величина ПЭИ, из-за сокращения объемов агрохимических работ, также имеет устойчивую тенденцию к уменьшению – с 58,2 в 1993 г. до 54,1 в 2010 г., что свидетельствует о снижении плодородия почв области (табл. 8). Динамика основных агрохимических параметров почв, по данным сплошного агроэкологического мониторинга, показывает, что, несмотря на малое вложение энергии в сельскохозяйственное производство, деграционные процессы развиваются достаточно медленно.

#### 8. Динамика показателей плодородия почв реперных участков

Почвы	Агрохимический показатель (А)		Почвенно-экологический индекс (ПЭИ)	
	1993	2010	1993	2010
Серые лесные	1,25	1,22	70,6	65,9
Дерново-подзолистые супесчаные и песчаные	1,37	1,33	63,5	61,4
Дерново-подзолистые суглинистые	1,34	1,24	50,5	47,2
Пойменные	1,20	1,08	55,3	43,5
В среднем по области	1,31	1,24	58,2	54,1

Таким образом выявлено, что в последнее десятилетие за счет последствий ранее внесенных мелиорантов, средне-взвешенная величина кислотности почвы составляет pH 5,5-5,6, доля площадей с pH > 5,5-33%, снижение уровня кислотности на серых лесных и дерново-подзолистых суглинистых почвах происходило по 0,027 ед. pH, на дерново-подзолистых супесчаных и песчаных почвах по 0,034 ед. pH в год. Из-за прекращения работ по известкованию, в ближайшей перспективе можно прогнозировать существенное увеличение площадей почв с повышенной кислотностью.

Установлена зависимость между дозами  $CaCO_3$  (т/га) и  $pH_{КС}$  на уровне  $R=0,87-0,91$ . Определены сдвиги pH от 1 т  $CaCO_3$ : на сильнокислых почвах – 0,17 ед., на среднекислых – 0,16 и слабокислых – 0,14 ед. Разработаны нормативы сдвига pH для основных разновидностей почв в зависимости от их гранулометрического состава. Оптимальный уровень реакции для роста растений при хорошей обеспеченности пахотных почв подвижным фосфором сдвигается в сторону более низких значений pH.

Одно из решающих условий устойчивого функционирования агроэкоценоза – достаточная обеспеченность почв подвижным  $P_2O_5$ , содержание которого в пахотном слое следует поддерживать на уровне 101-150 мг  $P_2O_5$ /кг почвы. Доля площадей пахотных почв с уровнем фосфатного режима >101 мг/кг в области составляет 27,6%. Содержание подвижного  $P_2O_5$  150-185 мг/кг обеспечивает получение максимальной урожайности большинства сельскохозяйственных культур. Повышение содержания  $P_2O_5$  с 50 до 100 мг/кг способствует росту урожайности сельскохозяйственных культур на 10-15%, а со 120 до 190 мг/кг – на 30-50%.

#### Литература

1. Кирюшин В.И., Иванов А.Л. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. - М.: Росинформагротех, 2005. - 706 с.
2. Сычев В.Г., Ефремов Е.Н., Лунев М.И., Кузнецов А.В. Система агроэкологического мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. - М.: Россельхозакадемия, 2006. - С. 79.
3. Максимов П.Г., Васильева Н.В., Кузнецов А.В. и др. Агроэкологическая характеристика почв Российской Федерации по содержанию тяжелых металлов, мышьяка и фтора (по состоянию на 01.01.2000 г.). - М.: Агроконсалт, 2002. - 50 с.
4. Карманов И.И., Булгаков Д.С. Методика комплексной агрономической характеристики почв. - М., 1991. - 55 с.

**MONITORING OF THE BASIC AGROCHEMICAL PARAMETERS OF SODDY-PODZOLIC AND GRAY FOREST SOILS  
IN THE VLADIMIR OBLAST**

**N.A. Komarova, V.G. Sychev, V.I. Komarov**

**Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agricultural Chemistry, ul. Pryanishnikova 31a, Moscow, 127550 Russia  
info@vniia-pr.ru**

*Comparative study of arable soils in the Vladimir oblast has been performed on the basis of round monitoring. Significant changes in the basic agrochemical parameters (contents of mobile phosphorus and exchangeable potassium, acidity) depending on the application rates of chemicals have been revealed.*

*Keywords: soil fertility, acidity, mobile phosphorus, exchangeable potassium, liming.*