

# ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ПОСТАГРОГЕННЫХ СЕРЫХ ПОЧВ ЗАЛЕЖЕЙ ПРИ РАЗЛИЧНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

*А.Н. Рыбакова, О.А. Сорокина, д.б.н., Красноярский ГАУ*

Установлено статистически достоверное увеличение содержания гумуса, общего азота и поглощенных оснований в постагрогенных серых почвах залежей по сравнению с вовлеченными в пашню и используемыми под сенокосы. В почвах распаханых залежей усиливаются аммонификация и нитрификация, сохраняется оптимальная структура. По показателям плодородия серые почвы сенокосов, вышедших из-под залежей, занимают среднее положение между пашней и чистой залежью.

**Ключевые слова:** залежь, сенокос, пашня, постагрогенные серые почвы, достоверность различий, пространственное варьирование, показатели плодородия.

В деятельности отделения земледелия РАСХН большое значение придается разработке нормативов изменений свойств основных пахотных почв для обоснования мероприятий по сохранению, воспроизводству и мониторингу почв земель сельскохозяйственного назначения [4; 5]. Определение перспективных направлений исследования земель, выведенных из оборота, причем не только в традиционном сельскохозяйственном русле, но значительно шире в плане минимизации негативного экологического воздействия – важнейшее направление стратегического планирования и управления ландшафтами [6]. Постагрогенные сукцессии не могут не отражаться на динамике морфологии, физических, химических и микробиологических свойств почв. В результате происходит кардинальное изменение закономерностей формирования и функционирования почв, что в свою очередь приводит к эволюции и существенному изменению их экологических функций [2]. В этой связи отслеживание изменений основных показателей плодородия почв бывших залежей при различном направлении их использования – одна из насущных задач мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. В условиях Сибири эта проблема мало изучена.

Проводилось сравнение свойств постагрогенных серых почв 20-летних разнотравно-злаковых залежей, а также залежей, введенных в пашню в 2007 г. и используемых под сенокосы в Ачинско-Боготольской и Красноярской лесостепи Средней Сибири. В 2011 г. выбрали пробные площади, расположенные в одинаковых геоморфологических условиях, на близком друг от друга расстоянии. Материнская порода всех почв – коричнево-бурая глина. Характерна резкая ровная граница по глубине бывшей вспашки при переходе от гумусово-аккумулятивного к элювиальному горизонту.

Чистые залежи обоих районов исследования представляют переходные от корневищной к дерновинной стадии сукцессии. Растительность залежей и постзалежных сенокосов представлена преимущественно, луговым фитоценозом. Распаханные и повторно введенные в пашню поля заняты зерновыми культурами (овес, пшеница).

**Методика.** Каждую пробную площадь разбивали на пять элементарных участков, с которых отбирали представительный (смешанный) образец почвы из слоев 0-10 и 10-20 см. Общепринятыми методами определяли содержание гумуса, общего азота ( $N_{\text{общ}}$ ), отношение углерода к азоту (C:N), актуальную ( $pH_{H_2O}$ ), обменную ( $pH_{KCl}$ ) и гидролитическую (Нг) кислотность, сумму обменных оснований (S). Нитратный азот ( $N-NO_3$ ) анализировали с дисульфифеноловой кислотой, поглощенный аммоний ( $N-NH_4$ ) с реактивом Несслера, подвижный фосфор ( $P_2O_5$ ) и обменный калий ( $K_2O$ ) по Кирсанову. Определяли структурный состав при сухом просеивании. Результаты анализировали статистически обрабатывали. Рассчитывали среднеарифметическое значение показателей плодородия (Mcp). коэффициент их пространственного варьирования

(C,%), достоверность различий между объектами исследования по критерию Стьюдента ( $t$  факт. при  $t$  теор. 2,1). Оценивали содержание агрономически ценных фракций (АЦФ) и их пространственное варьирование.

**Результаты и их обсуждение.** Установлено достоверное увеличение содержания гумуса в почвах залежи и сенокоса как в Ачинско-Боготольской (табл.1), так и в Красноярской лесостепи (табл.2). Самое высокое содержание гумуса (8,1%-6,6%) зафиксировано на чистой залежи в обоих районах исследования в слое почв 0-10 см, незначительно снижаясь в слое 0-20 см. При освоении залежей и введении их в пашню содержание гумуса резко снижается, что связано с большими механическими потерями органического вещества при работе техники (дискаторы).

**1. Показатели плодородия постагрогенных серых почв залежей Ачинско-Боготольской лесостепи и их статистические параметры (среднее из 5 определений)**

Показатель плодородия	Статистический показатель	Объект исследования					
		1- залежь	2- пашня	3- сенокос	1- залежь	2- пашня	3- сенокос
		0-10 см			10-20 см		
Гумус, %	Mcp C, % t	8,1 19,0 $t_{1-2} 6,3$	3,7 7,4 $t_{2-3} 5,4$	5,1 10,1 $t_{1-3} 4,2$	6,3 9,0 $t_{1-2} 9,6$	3,6 7,0 $t_{2-3} 4,7$	4,7 9,8 $t_{1-3} 4,8$
N общ., %	Mcp C, % t	0,45 23,3 $t_{1-2} 5,7$	0,17 12,4 $t_{2-3} 4,3$	0,24 12,5 $t_{1-3} 4,4$	0,36 13,2 $t_{1-2} 8,5$	0,17 8,1 $t_{2-3} 4,1$	0,23 14,1 $t_{1-3} 5,0$
C:N	Mcp C, % t	10,4 6,6 $t_{1-2} 4,6$	12,6 6,7 $t_{2-3} 0,5$	12,4 3,4 $t_{1-3} 5,7$	10,2 5,8 $t_{1-2} 5,8$	12,4 5,0 $t_{2-3} 1,7$	11,8 4,5 $t_{1-3} 4,6$
$pH_{H_2O}$	Mcp C, % t	5,5 3,5 $t_{1-2} 0,2$	5,4 2,0 $t_{2-3} 7,6$	5,0 1,1 $t_{1-3} 4,3$	5,4 4,4 $t_{1-2} 0,9$	5,2 2,1 $t_{2-3} 5,9$	4,9 1,2 $t_{1-3} 3,9$
$pH_{KCl}$	Mcp C, % t	4,6 7,0 $t_{1-2} 0,01$	4,6 2,0 $t_{2-3} 4,7$	4,3 3,3 $t_{1-3} 2,2$	4,6 5,3 $t_{1-2} 0,7$	4,5 2,0 $t_{2-3} 7,2$	4,1 1,8 $t_{1-3} 3,6$
S, м-моль /100г	Mcp C, % t	32,2 5,7 $t_{1-2} 4,4$	26,9 5,0 $t_{2-3} 10,9$	35,0 2,6 $t_{1-3} 3,0$	30,9 3,5 $t_{1-2} 9,2$	23,2 6,2 $t_{2-3} 9,4$	31,4 4,2 $t_{1-3} 0,6$
Нг, м-моль /100г	Mcp C, % t	5,1 5,0 $t_{1-2} 3,2$	4,4 9,8 $t_{2-3} 3,2$	5,2 7,1 $t_{1-3} 0,5$	4,9 5,3 $t_{1-2} 4,4$	3,8 12,5 $t_{2-3} 4,0$	5,0 9,8 $t_{1-3} 0,4$
$N-NO_3$ , мг/кг	Mcp C, % t	4,1 57,3 $t_{1-2} 9,0$	16,9 12,6 $t_{2-3} 10,8$	2,9 66,9 $t_{1-3} 0,9$	3,3 87,2 $t_{1-2} 4,3$	16,3 37,3 $t_{2-3} 1,9$	6,2 58,7 $t_{1-3} 6,2$
$N-NH_4$ , мг/кг	Mcp C, % t	6,2 14,7 $t_{1-2} 9,2$	12,9 10,6 $t_{2-3} 10,1$	5,2 19,6 $t_{1-3} 1,6$	5,6 14,8 $t_{1-2} 8,2$	12,8 13,9 $t_{2-3} 9,4$	4,4 20,1 $t_{1-3} 2,2$
$P_2O_5$ , мг/кг	Mcp C, % t	107 13,4 $t_{1-2} 3,0$	85 9,3 $t_{2-3} 8,7$	157 11,2 $t_{1-3} 0,9$	91,3 12,2 $t_{1-2} 3,0$	73 7,8 $t_{2-3} 8,8$	149 12,4 $t_{1-3} 5,8$
$K_2O$ , мг/кг	Mcp C, % t	168 34,9 $t_{1-2} 1,2$	132,7 21,2 $t_{2-3} 1,8$	105,4 17,6 $t_{1-3} 2,3$	94,8 18,6 $t_{1-2} 0,6$	102,3 18,1 $t_{2-3} 0,6$	93,9 24,1 $t_{1-3} 0,07$

Со времен классических работ В.В. Докучаева установлено, что основные потери гумуса (от 15-20 до 50-70%) происходят при освоении и дальнейшем сельскохозяйственном использовании почв, а также при развитии эрозийных процессов [1;3;7]. Наибольшие потери гумуса происходят в 2-3 первых десятилетия. Факты сохранения или накопления гумуса в освоенных пахотных почвах отмечаются значительно реже, в основном при систематическом внесении органических удобрений.

По результатам наших исследований в большинстве случаев увеличение гумуса в постагрогенных серых почвах залежи и сенокоса статистически доказуемо. Особенно значительны различия между залежью и пашней.

Коэффициенты варьирования содержания гумуса в почвах всех объектов не превышают 20%, что свидетельствует о незначительной пространственной пестроте этого показателя.

## 2. Показатели плодородия постагрогенных серых почв залежей Красноярской лесостепи и их статистические параметры (среднее из 5 определений)

Показатели плодородия	Статистический показатель	Объекты исследования					
		1-залежь	2-пашня	3-сенокос	1-залежь	2-пашня	3-сенокос
		0-10 см			10-20 см		
Гумус, %	Мср С, % t	6,6 14,7 t <sub>1-2</sub> 4,6	4,3 4,8 t <sub>2-3</sub> 3,2	5,3 12,5 t <sub>1-3</sub> 2,3	5,1 18,4 t <sub>1-2</sub> 2,1	4,2 6,2 t <sub>2-3</sub> 2,2	4,6 6,8 t <sub>1-3</sub> 1,1
N общ., %	Мср С, % t	0,31 19,2 t <sub>1-2</sub> 3,8	0,19 4,2 t <sub>2-3</sub> 3,0	0,24 13,9 t <sub>1-3</sub> 2,8	0,22 22,1 t <sub>1-2</sub> 1,9	0,18 4,1 t <sub>2-3</sub> 2,9	0,21 6,5 t <sub>1-3</sub> 0,5
C:N	Мср С, % t	12,6 7,7 t <sub>1-2</sub> 0,9	13,1 4,7 t <sub>2-3</sub> 0,3	13 2,2 t <sub>1-3</sub> 0,8	13,4 5,9 t <sub>1-2</sub> 0,5	13,2 4,1 t <sub>2-3</sub> 1,6	12,5 6,9 t <sub>1-3</sub> 1,7
pH <sub>H2O</sub>	Мср С, % t	5,9 0,8 t <sub>1-2</sub> 0,9	5,8 2,5 t <sub>2-3</sub> 3,5	5,5 1,9 t <sub>1-3</sub> 6,5	5,8 1,0 t <sub>1-2</sub> 2,2	5,7 2,2 t <sub>2-3</sub> 2,5	5,5 1,7 t <sub>1-3</sub> 6,3
pH <sub>KCl</sub>	Мср С, % t	5,0 2,8 t <sub>1-2</sub> 0,6	4,9 2,3 t <sub>2-3</sub> 2,7	4,7 3,0 t <sub>1-3</sub> 2,8	4,9 2,8 t <sub>1-2</sub> 0,5	4,9 2,5 t <sub>2-3</sub> 2,0	4,7 3,1 t <sub>1-3</sub> 2,3
S, м-моль /100г	Мср С, % t	31,4 2,9 t <sub>1-2</sub> 7,4	26,6 3,8 t <sub>2-3</sub> 0,9	27,3 5,1 t <sub>1-3</sub> 5,3	29,2 5,2 t <sub>1-2</sub> 6,4	22,9 7,1 t <sub>2-3</sub> 2,1	24,7 3,9 t <sub>1-3</sub> 5,6
Hg, м-моль /100г	Мср С, % t	2,8 8,4 t <sub>1-2</sub> 3,3	2,4 3,5 t <sub>2-3</sub> 3,8	2,7 5,9 t <sub>1-3</sub> 0,7	2,7 3,7 t <sub>1-2</sub> 4,3	2,3 5,3 t <sub>2-3</sub> 1,1	2,5 5,2 t <sub>1-3</sub> 1,6
N-NO <sub>3</sub> , мг/кг	Мср С, % t	9,0 71,2 t <sub>1-2</sub> 0,8	12,0 38,7 t <sub>2-3</sub> 4,9	1,9 13,9 t <sub>1-3</sub> 2,2	5,9 63,0 t <sub>1-2</sub> 1,4	9,2 41,4 t <sub>2-3</sub> 4,3	1,9 40,6 t <sub>1-3</sub> 2,4
N-NH <sub>4</sub> , мг/кг	Мср С, % t	8,4 14,6 t <sub>1-2</sub> 3,3	11,4 13,9 t <sub>2-3</sub> 6,5	6,1 14,4 t <sub>1-3</sub> 3,4	6,9 20,9 t <sub>1-2</sub> 3,2	10,4 19,1 t <sub>2-3</sub> 4,4	5,8 21,7 t <sub>1-3</sub> 1,2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	Мср С, % t	158 23,0 t <sub>1-2</sub> 7,3	308 6,8 t <sub>2-3</sub> 14,1	148 9,4 t <sub>1-3</sub> 0,5	138 21,1 t <sub>1-2</sub> 8,4	296 10,3 t <sub>2-3</sub> 6,2	133 37 t <sub>1-3</sub> 0,2
K <sub>2</sub> O, мг/кг	Мср С, % t	181,4 21,6 t <sub>1-2</sub> 0,8	196,7 10,7 t <sub>2-3</sub> 1,6	171,3 15,8 t <sub>1-3</sub> 0,5	128,7 9,1 t <sub>1-2</sub> 2,6	152,5 10,9 t <sub>2-3</sub> 2,2	123,9 20,4 t <sub>1-3</sub> 0,4

Статистически достоверное снижение валового азота закономерно отмечается при сопоставлении пар : залежь-пашня и сенокос-пашня. Его количество в почвах пахотных вариантов снижается более чем в 2 раза, что является следствием развития в почвах залежи и сенокоса дерново-аккумулятивного процесса, приводящего к гумусонакоплению и биологической аккумуляции азота. Обогащенность гумуса азотом в изученных постагрогенных серых почвах характеризуется в целом от низкой (диапазон 11-14) до средней (диапазон 9-11). Более узкое отношение углерода к азоту отмечено на залежи.

Максимальные суммы обменных оснований характерны для обоих слоев почв чистых залежей и сенокосов в обоих районах исследования. Очень слабое пространственное варьирование, не выходящее за пределы 1-12% уровня, отмечено для отношения C:N, величин pH<sub>H2O</sub> и pH<sub>KCl</sub>, суммы обменных оснований и гидролитической кислотности в почвах всех объектов.

Постагрогенные серые почвы Ачинско-Боготольской лесостепи характеризуются как среднекислые, а в Красноярской лесостепи как слабокислые. Отмечается достоверное подкисление почвы на сенокосе в сравнении с залежью и пашней. В большинстве случаев различия по гидролитической кислотности и сумме обменных оснований достоверны.

При освоении залежи и вовлечении ее в пашню активизируется нитрификация. Статистически достоверно увеличивается содержание нитратного азота в сравнении с чистой залежью и сенокосом. На участках вновь освоенной пашни обеспеченность нитратным азотом почвы высокая в Ачинско-Боготольской лесостепи и повышенная в

Красноярской лесостепи. Угнетение нитрификации на сенокосных участках вызвано уплотнением почвы при сенокосении. Установлено высокое пространственное варьирование N-NO<sub>3</sub> в обоих слоях почвы, особенно на залежи. Введение залежи в пашню нивелировало пространственное варьирование нитратного азота. Коэффициенты вариации снизились до среднего уровня.

Максимальное содержание аммонийного азота также отмечено в почвах пашни обоих районов по сравнению с залежью и сенокосом. В то же время пространственное варьирование этой формы азота существенно ниже, чем нитратной, особенно в почвах распаханых залежей.

Содержание подвижного фосфора в постагрогенных серых почвах Красноярской лесостепи существенно выше, чем в Ачинско-Боготольской лесостепи. Здесь в почвах залежи и сенокоса по сравнению с пашней более высокое содержание подвижного фосфора, особенно в слое 0-10 см, что связано с его биогенной аккумуляцией. Пространственное варьирование подвижных фосфатов, как правило, незначительное.

Обеспеченность обменным калием почв всех объектов в Ачинско-Боготольской и Красноярской лесостепи высокая или очень высокая, особенно в слое 1-10 см, что характерно для почв лесостепной зоны Красноярского края, характеризующихся тяжелым гранулометрическим составом. Исходя из критерия Стьюдента, существенных различий в содержании обменного калия между объектами исследования не установлено.

Пространственное варьирование этого показателя, особенно в слое 0-10 см намного выше, чем подвижного фосфора.

По содержанию агрономически ценных агрегатов постагрогенная серая почва залежи Красноярской лесостепи характеризуется как отлично оструктуренная (АЦФ 87,4%) в слое 0-10 см и хорошо оструктуренная (АЦФ 78%) в слое 10-20 см. Фракция пыли здесь практически отсутствует. На пашне и сенокосе структурное состояние в обоих слоях оценивается как хорошее (содержание АЦФ от 71,3 до 75,9%). Распределение в пространстве отдельных фракций структурного состава неравномерное и является достаточно варьирующим признаком.

Структурное состояние серых почв Ачинско-Боготольской лесостепи оценивается как отличное на всех объектах в обоих слоях (АЦФ 80,1-87,2%). Содержание глыбистой фракции не превышает 20%, а фракция пыли также практически отсутствует. В целом почвы залежей по сравнению с сенокосом и пашней, особенно в Красноярской лесостепи, более оструктурены. Это можно объяснить обилием корневой системы растительности, и, следовательно, лучшей деятельностью почвенных микроорганизмов, а также влиянием прижизненных выделений корней.

Вариативность различных фракций структурного состава более сильная в почвах объектов Ачинско-Боготольской лесостепи, особенно на залежи (см. табл.3). Высокая пространственная неоднородность структурного состояния почвы на залежи объясняется более выраженным микрорельефом, куртинистостью напочвенного покрова, очаговым произрастанием трав. В почве сенокоса пространственное варьирование содержания АЦФ незначительное и среднее.

## 3. Структурный состав и его постагрогенных серых почв залежей лесостепи, %

Объект	Глубина, см	Размер агрегатов, мм					
		Ачинско-Боготольская			Красноярская		
		>10	10-0,25	<0,25	>10	10-0,25	<0,25
Содержание агрегатов							
Залежь	0-10	10,4	86,5	3,1	12,4	85,4	2,3
	10-20	12,9	85,0	2,3	21,0	78,0	1,0
Пашня	0-10	8,6	87,2	4,3	18,6	75,4	6,1
	10-20	18,5	80,1	1,4	21,5	75,9	2,7
Сенокос	0-10	12,4	84,5	3,1	23,5	73,7	2,8
	10-20	11,2	85,5	3,3	25,2	71,3	3,5

<i>Коэффициент варьирования (С)</i>							
Залежь	0-10	57,6	43,3	43,9	17,6	20,1	12,8
	10-20	42,8	23,0	42,6	14,0	28,7	85,3
Пашня	0-10	54,9	25,5	44,8	29,4	20,2	14,4
	10-20	32,1	17,2	32,8	13,1	27,1	42,8
Сенокос	0-10	64,8	24,5	30,4	17,8	29,3	64,8
	10-20	48,7	22,0	25,0	23,1	16,2	29,0

Как правило, содержание агрономически ценных фракций варьирует в незначительной и средней степени. Сильнее варьируют в пространстве фракции глыб и пыли. Судя по АЦФ, при введении залежи в пашню происходит некоторое снижение коэффициентов пространственной вариации структурного состава за счет механической обработки почв.

Таким образом, по комплексу почвенно-агрохимических показателей самым высоким плодородием характеризуются почвы чистых залежей как в Ачинско-Боготольской, так и в Красноярской лесостепи. Освоение залежей и их дальнейшее использование под пашню существенно снижают в почве содержание гумуса, общего азота, поглощенных оснований. Одновременно усиливаются процессы минерализации органического вещества, активизируется аммонификация и нитрификация. При этом сохраняется оптимальное структурное состояние почв и снижается пространственная неоднородность некоторых свойств почв. Участки постзалежных сенокосов по показателям плодородия занимают среднее положение между залежами чистыми и вовлеченными в пашню.

#### *Литература:*

1. Булгаков Д.С. Проблемы использования в Красноярском крае земель, выбывших из сельскохозяйственного оборота, и пути их решения /Д.С. Булгаков, В.В. Чупрова, А.А. Шпедт. //Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота. Материалы Всерос. научн. конф.— М.,- 2008. - С. 271-274.
2. Владыченский А.С. Изменение экологических функций постагрогенных почв /А.С. Владыченский, В.М. Телеснина, Т.А. Чалая //Отражение био-, гео-, антропогенных взаимодействий в почвах и почвенном покрове. Сб. матер. 1У Всерос. конф. 1-5 сентября 2010г. – Томск, 2010. – С.32-35.
3. Гамзиков Г.П. Изменение содержания гумуса в почвах в результате сельскохозяйственного использования (обзорная информация). /Г.П. Гамзиков, М.А. Кулагина. ВНИИТЭИагропром, 1992. - 48 с.
4. Завалин А.А. Основные итоги деятельности отделения земледелия за 2006-2010годы. //Плодородие.- №2.- 2011. - С. 2-5.
5. Иванов А.Л. Инновационные приоритеты в развитии систем земледелия в России. //Плодородие.- №4.- 2011.- С. 2-6.
6. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин. – М.: Колос, 1996. – С. 368.
7. Меркушева М.Г. Изменение гумусного состояния и биологических свойств в деградированных почвах. /М.Г. Меркушева //Органическое вещество почв Забайкалья.- Улан-Удэ: изд-во БНЦ СО РАН, 2008. - С.199-214.

## EVALUATION INDICATORS SOIL FERTILITY POSTAGROGENNYH GRAY DEPOSITS AT VARIOUS USE

*A.N. Rybakova, a graduate student, O.A. Sorokina, Ph.D., professor of  
Krasnoyarsk State University of Agriculture, nikos.1948@mail.ru*

*A statistically significant increase in the humus content, total nitrogen and absorbed bases in postagrogennyh gray soils deposits compared with those involved in arable and used for hay-making. In soils cultivated deposits increased ammonification and nitrification, remains the optimal structure. In terms of soil fertility, gray hay, runaway deposits occupy a middle position between the arable and net deposits.*

*Keywords: pool, hay, arable land, postagrogennye gray soil, significance of differences, spatial variation, indicators of fertility.*