

*E.B. Райхерт*

**Изменение параметров плодородия склоновых почв  
Уймонской котловины Республики Алтай  
в процессе длительного антропогенного использования**

*E.V. Reikhert*

**Changing Parameters of Slope Soil Fertility  
in the Uimon Hollow in the Republic Altai  
during the Long Process of Man's Impact**

Установлено, что длительное антропогенное воздействие приводит к существенным изменениям свойств почв, определяющих их плодородие. За 30-летний период произошло достоверное уменьшение содержания физической глины и ила на 10%, гумуса и обменного калия – соответственно на 0,64% и 6,92 мг/100 г. Мощность гумусового горизонта и реакция почвенного раствора достоверных изменений не имеют.

**Ключевые слова:** плодородие почв, физические, химические, физико-химические свойства почвы, антропогенное воздействие, гранулометрический состав, изменение свойств почв, водная эрозия, эрозионные процессы.

It is established that long-term man's impact leads to significant changes in soil properties that determine their fertility. Over the 30 year period there was a significant decrease in the content of physical clay and silt by 10%, humus content and exchangeable potassium, respectively 0,64% and 6,92 mg/100 g. Power of humus horizon and the reaction of the soil solution have no significant changes.

**Key words:** soil fertility, physical, chemical, physical and chemical properties of soil, man's impact, grain composition, change in soil properties, water erosion, erosive processes.

В работах многих авторов [1, с. 53–54; 2, с. 652–660; 3, с. 697–703; 4, с. 748–750] отмечается, что длительное антропогенное воздействие на черноземы влечет за собой значительные, нередко негативные изменения, приводящие к снижению уровня их плодородия. Заставляет обратить на себя внимание ухудшение физических свойств черноземов, что проявляется в неблагоприятных изменениях структурно-агрегатного состава, заметном уплотнении пахотного и подпахотного горизонтов, уменьшении в пахотном слое фракций физической глины, ила и др.

В то же время остается слабо изученным вопрос о скорости изменения физических и физико-химических свойств пахотных черноземов при длительном воздействии на них антропогенных нагрузок (в частности при продолжительном сельскохозяйственном использовании). В связи с этим были проведены исследования по выявлению изменения этих свойств почв в условиях Уймонской котловины Республики Алтай за 30-летний период (с 1971 по 2001 г.). Для изучения динамики физических и физико-химических свойств пахотных почв использовали метод почвенно-геоморфологических профилей.

Гранулометрический состав почвы определяет ее физические, физико-химические, химические

и водные свойства, что характеризует почвы и их плодородие [5; 6, с. 107–115; 7; 8].

Согласно классификации Н.А. Качинского пахотные черноземы Уймонской котловины в основном среднесуглинистые с содержанием физической глины от 31,0 до 41,5% и с преобладанием крупнопылеватой и илистой фракций [9, с. 1–17].

Незначительная часть почв пахотных угодий имеет легкосуглинистый гранулометрический состав. Легкосуглинистые разновидности по содержанию физической глины близки к среднесуглинистым. Можно предположить, что в свое время (до распашки) они относились к разряду среднесуглинистых разновидностей, но в результате антропогенного воздействия и развития эрозионных процессов произошло облегчение гранулометрического состава.

В черноземах изучаемой территории преобладают крупнопылеватые частицы (0,05–0,01 мм), которые составляют 22–49% суммы всех частиц, что характерно, как считал К.П. Горшенин, для лессовых пород, на которых сформировались эти почвы [10].

В почвах, в разной степени подверженных воздействию водной эрозии, распространенных в основном в верхней и средней частях склонов, наблюдаются различия в составе гранулометрических фракций. Это

связано с особенностями процессов развития плоскостной водной эрозии, которые сводятся к выносу из пахотного слоя почв илистых частиц.

По мере усиления смытости почв в пахотном слое уменьшается содержание фракции средней пыли и особенно илистой фракции, но при этом происходит незначительное увеличение фракций крупной пыли и мелкого песка. В горизонтах  $BC_k$  и  $C_k$  содержание этих фракций у незэродированных и в различной степени эродированных почв практически не изменяется, т.е. не зависит от степени смытости.

Более тяжелый гранулометрический состав скаывается и на микроагрегатном составе почв. Сопоставление гранулометрического и микроагрегатного составов позволяет судить о степени дисперсности почвы, способности ее микроструктуры противостоять размывающему действию водных потоков и кинетической силе капель дождя. Чем выше фактор дисперсности, тем менее прочна микроструктура. Н.А. Качинский отмечает, что фактор дисперсности лучших черноземов не превышает 10% [9, с. 1–17]. В условиях Уймонской котловины незэродированные черноземы имеют значение этого показателя от 3,58 до 6,56%, в слабосмытых и среднесмытых черноземах наблюдается ухудшение микроструктуры и отмечается увеличение фактора дисперсности до 7,59–8,46%.

В результате развития плоскостной водной эрозии почвы пахотных угодий прежде всего теряют мелкие частицы – ил ( $< 0,001$  мм). Эти фракции участвуют в структурообразовании. При разрушении структурных агрегатов они высвобождаются и могут выноситься из почв с потоками воды, образующимися на склонах. Илистая фракция не только участвует в создании агрономически ценной структуры, она содержит гумус, коллоиды почв; основное содержание питательных веществ также сосредоточено в илистой фракции. Частицы  $< 0,01$  мм включают фракцию ила, мелкую и среднюю пыль.

Мелкая и средняя пыль тоже может удаляться водными потоками из почвы, но для этого нужна более высокая «живая» сила потока.

Потери из почвы глинистых, особенно илистых, частиц являются признаком потери в целом почвенного плодородия. Сопоставив данные гранулометрического состава почвы, полученные в результате обследования 1971 г., с нашими данными 2001 г., установили потери физической глины и ила.

В таблице 1 представлены среднеарифметические показатели содержания фракций глины и ила в пахотном горизонте почв исследуемой территории, а также статистические показатели варьирования этих фракций и достоверности их изменений за период с 1971 по 2001 г., т.е. за 30 лет.

Таблица 1

Изменение содержания физической глины и ила в пахотном горизонте ( $A_{\text{пах}}$ ) чернозема обыкновенного за 30-летний период

Год	Показатель	Средняя арифметическая $\bar{X}$ , %	Коэффициент вариации $V$ , %	Ошибка средней арифметической $S_{\bar{x}}$	Изменение $\Delta X$	$HCp_{05}$
1971	Ил ( $< 0,001$ мм), %	23,14	38,10	2,44	-	-
	Физ. глина ( $< 0,01$ мм), %	44,39	12,12	1,49	-	-
2001	Ил ( $< 0,001$ мм), %	13,11	26,47	0,76	10,03	2,04
	Физ. глина ( $< 0,01$ мм), %	34,32	17,81	1,33	10,07	2,04

Гранулометрические показатели физической глины и ила довольно консервативны. Их изменения могут произойти под влиянием разрушительных процессов, к которым относится и водная эрозия. За 30-летний период содержание физической глины и ила в пахотном горизонте уменьшилось на 10%. Несмотря на то, что почвы пахотных угодий Уймонской котловины остались в одной градации среднесуглинистых разновидностей, они стали достоверно легче.

Рассматриваемые показатели характеризуются средней (для илистой фракции) и высокой (для глинистых частиц) степенями варьирования.

По вариабельности физической глины на изученном пространстве в 1971 г. могли встречаться тяжелосуглинистые разновидности черноземов ( $44,32 + 1,33 = 45,8 \approx 46\%$ ).

Вариабельность содержания физической глины для обследования 2001 г. исключает встречаемость среди пахотных почв тяжелосуглинистых разновидностей ( $34,32 + 1,33 = 35,65\%$ ).

На основании полученных данных можно определить скорость уменьшения частиц в год. Если за 30 лет содержание глины уменьшилось на 10,07%, то  $10,07 : 30 \text{ лет} = 0,34\%$  в год. При той же интенсивности процессов эрозии через 15 лет ( $0,34\% \times 15 \text{ лет} = 5,1\%$ ) содержание в почве глины уменьшится на 5,1% и составит  $34,32\% - 5,1\% = 29,2\%$ , а это значит, что почвы перейдут в легкосуглинистые разновидности.

Облегчение почв уменьшит их потенциальную способность к оструктурированию, снизит противоэрозионную устойчивость и в целом плодородие почв.

Эффективное плодородие почв сельскохозяйственных угодий зависит от различных свойств, важное значение среди которых имеют физико-химические свойства. К ним относятся содержание гумуса, реакция почвенного раствора, степень насыщенности почв основаниями, емкость поглощения.

Важнейшим фактором плодородия почв является гумус – продукт векового существования и отмирания растений, почвенных животных, микроорганизмов [11]. Почвы с большим содержанием гумуса имеют высокую емкость поглощения.

Другим немаловажным фактором плодородия почв является реакция почвенного раствора ( $pH_v$ ). Наи-

более благоприятны в физиологическом отношении нейтральная и близкая к нейтральной реакции почвенного раствора. В почвах с такой  $pH$  в наилучшей форме сочетаются элементы минерального и азотного питания растений.

Используя данные ретроспективных материалов почвенных обследований за 1971 г. и данные собственных исследований, установлены временные изменения свойств почв за 30-летний период. Среднеарифметические показатели мощности гумусового горизонта, содержания гумуса, реакции почвенного раствора, показатели их статистического варьирования и достоверность изменений за это время представлены в таблице 2.

Таблица 2

Изменение среднеарифметических значений мощности гумусового горизонта ( $A + AB$ ), содержания гумуса и  $pH_v$  в пахотном горизонте ( $A_{пах}$ ) чернозема обыкновенного за 30-летний период

Год	Показатель	Средняя арифметическая, $\bar{X}$	Коэффициент вариации $V$ , %	Ошибка средней арифметической, $S_{\bar{x}}$	Изменение, $\Delta X$	$HC_{05}$
1971	Мощность гумусового горизонта ( $A+AB$ ), см	48,0	19,58	2,84		
	гумус, %	7,71	23,37	0,44		
	$pH_v$	7,62	7,67	0,14		
2001	Мощность гумусового горизонта ( $A+AB$ ), см	45,2	30,48	1,38	2,8	2,02
	гумус, %	7,07	18,77	0,23	0,64	2,01
	$pH_v$	7,63	4,27	0,05	0,01	2,01

При сопоставлении среднеарифметических показателей основных свойств почв прослеживается их динамика. В период с 1971 по 2001 г. мощность гумусового горизонта достоверно снизилась на 2,8 см. В содержании гумуса и реакции почвенного раствора достоверных изменений не наблюдается.

О снижении плодородия почв, помимо рассмотренных выше показателей, можно судить и по обеспеченности почв подвижными элементами питания,

в частности подвижными фосфором и калием. С током талых и дождевых вод из почвы могут вымываться прежде всего растворенные в почвенном растворе вещества, их удаление нарушает динамическое равновесие между почвенным раствором и твердой фазой почвы, которое выравнивается за счет поступления в раствор новых порций питательных веществ из почвенного поглощающего комплекса, кристаллических решеток фосфорно-калийсодержащих минералов.

Таблица 3

Изменение среднеарифметических значений содержания подвижных фосфора и калия в пахотном горизонте ( $A_{пах}$ ) чернозема обыкновенного за 30-летний период

Год	Показатель	Средняя арифметическая, $\bar{X}$	Ошибка средней арифметической, $S_{\bar{x}}$	Изменение, $\Delta X$	$HC_{05}$
1971	подвижный фосфор, мг/100 г	5,97	0,514		
	подвижный калий, мг/100 г	17,39	1,030		
2001	подвижный фосфор, мг/100 г	5,86	0,350	0,11	2,05
	подвижный калий, мг/100 г	10,47	0,951	6,92	2,05

Содержание подвижного фосфора больше связано с процессами выветривания фосфоросодержащих минералов, в основном магматического происхождения, представленных апатитами. К.Э. Блэк указывает на то, что скорость освобождения фосфора из твердой фазы почвы ниже, чем скорость его поглощения растениями, и, следовательно, поглощение фосфора растениями неизбежно снижает его концентрацию в почвенном раст-воре [12].

За 30-летний период изменений в обеспеченности почв подвижными фосфатами не произошло, почвы остались на уровне низкообеспеченных этим элементом питания (табл. 3).

В почвах произошли изменения (математически достоверные) в сторону существенного уменьшения обменного калия. Поскольку динамика подвижного калия тесно связана с его взаимодействием с коллоидной частью почвы (обменным и необменным поглощением), то его количество должно коррелировать с содержанием в почве глинистых и илистых частиц. Выше было показано, что за 30-летний период содержание ила в почвах уменьшилось на 10%, что отразилось на сокращении подвижного калия. Вынос с эрозионными процессами илистых частиц приводит к уменьшению содержания в почве подвижного калия. Таким образом, снижение последнего в почве является прямым следствием развития плоскостной водной эрозии.

### Библиографический список

1. Адрихин П.Г. Изменение физических свойств почв черноземного типа под влиянием антропогенных факторов // Проблемы повышения продуктивности черноземных почв. – 1983.
2. Евдокимова Т.И., Тишкина Э.В. Изменение свойств чернозема типичного под влиянием сельскохозяйственного использования // Почвоведение. – 1999. – №5.
3. Королев В.А. Изменение физических свойств черноземов обыкновенных при длительном сельскохозяйственном использовании // Почвоведение. 2002. – №6.
4. Орлов Д.С. Органическое вещество целинных и антропогенно-нарушенных почв // Почвоведение. – 2002. – №6.
5. Качинский Н.А. Структура почвы как один из факторов урожайности. – М., 1931.
6. Панфилов В.П. Вопросы физики почв Западной Сибири // Генетические особенности и вопросы плодородия почв Западной Сибири. – 1972.
7. Татаринцев Л.М. Агрофизическая характеристика почв Алтайского края. – Барнаул, 1992.
8. Кудрявцев А.Е. Влияние орошения на физическое состояние каштановых и черноземных почв Алтайского края : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Барнаул, 1995.
9. Качинский Н.А. Оценка основных физических свойств почв в агрономических целях и природного плодородия их по механическому составу // Почвоведение. 1958. – №5.
10. Горшенин К.П. Почвы Южной Сибири (от Урала до Байкала). – М., 1955.
11. Тюрин И.В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии. – М., 1965.
12. Блэк К.А. Растение и почва. – М., 1973.