

## ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА В КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ

А.С. Билтуев, к.б.н., Л.В. Будажапов, д.б.н., Т.П. Лапухин, д.с.-х.н., Бурятский НИИСХ

Приведены результаты изучения влияния длительного применения удобрений на изменение гумусного состояния каштановой почвы в зернопаровом севообороте. Определена динамика изменения содержания гумуса в различных вариантах за 49 лет исследований. Положительный баланс гумуса при сохранении его качественного состава достигался путем внесения в паровое поле навоза в дозе 40 т/га. Стабилизация содержания гумуса на исходном уровне происходила при внесении органоминерального удобрения в дозе 10 т/га навоза + N<sub>50</sub>P<sub>25</sub>K<sub>60</sub> или 20 т/га навоза однократно в ротацию. Динамику изменения содержания гумуса в различных вариантах опыта определяли экспоненциальными уравнениями.

Ключевые слова: каштановая почва, система удобрения, содержание и качественный состав гумуса, экспоненциальная модель.

Проблема сохранения гумуса в пахотных почвах - одна из наиболее актуальных в земледелии сухостепной зоны Бурятии. Дефляция, усиленная минерализация при паровании, постоянное отчуждение минеральных веществ почвы приводят к значительной потере гумуса [6]. По расчетам А.И.Куликова и др. [4], после распашки каштановых почв из пахотного слоя было утрачено около 41 т/га гумуса, при этом наибольшие его потери связаны с дефляцией (82 %), потери от минерализации составляли 18 %. В настоящее время содержание гумуса в пахотных каштановых почвах очень низкое, а на целине низкое (табл. 1).

### 1. Вариационно-статистические показатели содержания гумуса в пахотном слое каштановых почв Западного Забайкалья

Состояние	n	lim	M±m	V, %
Целина	7	1,1-3,0	2,3±0,68	29,6
Пашня	37	0,8-2,7	1,7±0,54	28,5

Один из приемов сохранения и увеличения содержания гумуса - применение органических и минеральных удобрений в севообороте. По данным И.А. Ишигинова и В.Е. Максимова [3], в четырехпольном зернопаровом севообороте на каштановых почвах бездефицитный баланс гумуса достигали внесением на 1 га севооборотной площади 10 т навоза.

Баланс гумуса при внесении удобрений зависит от суммарного эффекта нескольких процессов: поступления органического вещества в виде удобрений и дополнительной биомассы корневых и некорневых остатков, образованной в результате применения удобрений; темпов минерализации органического вещества почвы; темпов гумификации и дегумификации; интенсивности эрозионных процессов. Определение динамики содержания гумуса при длительном применении минеральных и органических удобрений очень важно для развития земледелия в степной зоне Бурятии.

Цель исследований - определить направленность и темпы изменения содержания гумуса в каштановой почве при возделывании зерновых и кормовых культур в четырехпольном севообороте при длительном внесении минеральных и органических удобрений.

**Методика.** Динамику гумусного состояния каштановых почв при систематическом применении минеральных и органических удобрений в севообороте изучали в длительном

агрохимическом опыте БурНИИСХ, заложенном в 1967 г. в центральной сухостепной зоне Республики Бурятия.

Климат зоны резко континентальный. В период проведения опыта (1967-2015 гг.) среднегодовая сумма осадков составляла 234,2±9,8 мм, при отрицательных среднегодовых температурах воздуха (-0,67±0,14 °С). Большая часть осадков (198,6±9,1 мм) выпадала в период вегетации культур с мая по сентябрь. Дефицит атмосферного увлажнения, был характерен для мая - начала июня. При резком росте среднесуточных температур и интенсивных сухих ветрах для этого периода характерна типичная весенне-раннелетняя засуха. Начиная с третьей декады июня, условия вегетации становились более благоприятными, увеличению количества осадков соответствовал и рост температур. ГТК по Селянинову с мая по август возрастал, соответственно, с 0,7 до 0,8, а в июле и августе составлял 1,2. Территория характеризовалась укороченным периодом биологической активности почв, при этом наибольшая интенсивность минерализационных процессов наблюдалась в июле - августе. Среднегодовое изменение влажности почвы под вегетирующими культурами характеризовалась относительно постоянными неудовлетворительными их запасами в пахотном горизонте (менее 20 мм) с мая по август. В целом, за весь период активного водопоглощения запасы влаги в почве оценивались как плохие или неудовлетворительные.

Длительный агрохимический опыт проводили на каштановых почвах, обладающих низким потенциальным плодородием: содержание гумуса - 1,31 ± 0,38 %, общего азота - 0,11 ± 0,04 %, близкой к нейтральной реакции среды (рН<sub>вод.</sub> 6,5 ± 0,1), высоким содержанием подвижного P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (231 ± 22 мг/кг) и обменного K<sub>2</sub>O (101 ± 14 мг/кг) по Чирикову. Содержание нитратного азота в пахотном горизонте перед посевом зерновых культур было низким и очень низким, оно зависело от размещения поля в севообороте, вариантов внесения удобрений, а также условий тепло- и влагообеспеченности в весенний период [1].

Динамику гумуса изучали в четырехпольном зернопаровом севообороте, с чередованием культур: 1 - чистый пар; 2 - пшеница; 3 - овес; 4 - овес на зерносеяж. Технология возделывания культур - зональная, рекомендованная БурНИИСХ для сухостепной зоны. Схема опыта состоит из 13 вариантов минеральной, органоминеральной и органической систем удобрения. Для изучения динамики содержания гумуса в пахотном горизонте почв отобраны следующие варианты: 1 - контроль - без удобрений; 2 - N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>; 3 - 10 т/га навоза + N<sub>50</sub>P<sub>25</sub>K<sub>60</sub>; 4 - 20 т/га навоза; 5 - 40 т/га навоза. Органические и органоминеральные удобрения вносили в паровое поле, минеральные (Naa, Pсд, Kx) - под культуры севооборота. Органическое удобрение - навоз КРС полуперепревший на соломенной подстилке.

**Результаты и их обсуждение.** Содержание гумуса и динамика его при длительном систематическом внесении удобрений изменялись в зависимости от системы и доз удобрений (табл. 2).

### 2. Содержание гумуса в пахотном слое каштановых почв при длительном применении удобрений, (%)

Вариант опыта	Год определения	M±m	σ	V, %
---------------	-----------------	-----	---	------

	1967	1980	1996	2006	2010	2015			
Контроль-б/у	1,30	1,17	1,09	0,94	0,90	0,87	1,04±0,07	0,18	17,2
N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	1,31	1,24	1,18	1,1	1,1	1,05	1,16±0,04	0,10	8,4
10 т/га+N <sub>50</sub> P <sub>25</sub> K <sub>60</sub>	1,31	1,28	1,29	1,26	1,21	1,21	1,26±0,02	0,04	3,3
20 т/га навоза	1,30	1,37	1,41	1,41	1,42	1,42	1,39±0,02	0,04	3,1
40 т/га навоза	1,31	1,54	1,62	1,71	1,72	1,71	1,60±0,06	0,16	9,9
НСР <sub>05</sub> - 0,12 %									

В результате статистического анализа выявлено достоверное снижение содержания гумуса, (1,31±0,02%) в контрольном и минеральном (N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>) вариантах опыта относительно исходного. После 49 лет проведения исследований (1967-2015 гг.) потери гумуса по вариантам опыта составили: на контроле - 33,1% от исходного, при внесении N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> - 19,8%. Внесение полного минерального удобрения способствовало снижению темпов его потерь по сравнению с вариантом без удобрений, которое полагаем обусловлено большей биологической продуктивностью варианта с удобрением (табл. 3).

### 3. Среднегодовое поступление растительных остатков в 0-20 см слой почвы в севообороте\* [5]

Вариант опыта	Среднегодовое поступление, ц/га сухой массы	Превышение к контролю	
		ц/га	%
Контроль - без удобрений	17,4	-	-
N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	24,6	7,2	41,4
40 т/га навоза	23,2	5,8	33,3

\*Севооборот: 1-пар; 2-пшеница; 3-овес; 4-овес на зерносеяж.

Внесение органоминерального удобрения (10 т/га навоза + N<sub>50</sub>P<sub>25</sub>K<sub>60</sub>) и навоза в дозе 20 т/га в паровое поле позволило сохранить его исходное содержание. Отметим, что в варианте с внесением органического удобрения наблюдалась положительная динамика роста, в отличие от внесения органоминерального удобрения.

Достоверное увеличение содержания гумуса выявлено лишь в варианте с внесением 40 т/га навоза в паровое поле. Применение этой дозы навоза обеспечило положительный баланс гумуса, превышение от исходного содержания составило 30,5 %, или 11 т/га гумуса. Этому способствовало суммарное увеличение содержания органического вещества за счет не только внесения навоза, но и большего поступления корневых и пожнивных остатков по сравнению с контролем (см. табл. 3).

При относительно равном количестве поступающей в почву фитомассы, запасы гумуса при минеральной (N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>) системе удобрения были ниже, чем в органической (40 т/га навоза) в 1,6 раза и составляли, соответственно, 31,7 и 50,6 т/га в слое 0-20 см. Прирост запасов гумуса происходил исключительно за счет гумификации навоза.

Незначительное изменение качественного состава гумуса не оказывало существенного влияния на агрономические свойства почв и продуктивность культур [2]. Между тем систематическое внесение органических удобрений достоверно изменило групповой состав гумуса каштановых почв относительно вариантов без удобрений и минеральной системы. Возросло соотношение Сгк:Сфк при внесении навоза до 0,94 относительно 0,73-0,75 на контроле и в варианте внесения N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>. Повысилась доля ГК, при неизменном содержании ФК, увеличилось содержание негидролизующего остатка [5].

Составление прогноза состояния гумуса в зависимости от систем удобрения в зернопаровом севообороте - важный этап разработки оптимальной технологии возделывания зерновых и кормовых культур при условии сохранения почвенного плодородия. Увеличению точности эмпирических моделей способствуют длительность проведения опытов, большая выборка данных по времени.

Динамика содержания гумуса в вариантах длительного агрохимического опыта аппроксимировалась экспоненциальными уравнениями с низкими средними ошибками (табл. 4).

### 4. Эмпирические модели динамики содержания гумуса (Г, %) в длительном опыте с удобрениями (n=49)

Вариант опыта	Вид уравнения*	Средняя ошибка аппроксимации, %
Контроль - без удобрений	$G=1,335 e^{-0,009t}$	2,2
N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	$G=1,323 e^{-0,004t}$	1,5
10т/га + N <sub>50</sub> P <sub>25</sub> K <sub>60</sub>	$G=1,319 e^{-0,002t}$	1,5
20 т/га навоза	$G=1,325 e^{-0,002t}$	0,8
40 т/га навоза	$G=1,361 e^{0,005t}$	2,9

\* t - порядковый номер года с началом отсчета в 1967 г.

Анализ построенных моделей выявил, что наибольшие среднегодовые темпы снижения содержания гумуса наблюдались в варианте без удобрений (-0,009 %/год). Скорость дегумификации при применении минеральных удобрений была несколько ниже и составляла -0,004%/год. При внесении органоминерального удобрения (10 т/га навоза+N<sub>50</sub>P<sub>25</sub>K<sub>60</sub>) наблюдался отрицательный тренд изменения содержания гумуса, в отличие от внесения органического удобрения (20 т/га). В более длительной перспективе это расхождение, по всей видимости, вызовет достоверную разность как между этими вариантами, так и с исходным содержанием гумуса. Высокие дозы органических удобрений (40 т/га) способствовали накоплению гумуса в среднем по 0,007% в год.

В аридных условиях Западного Забайкалья при возделывании зерновых и кормовых культур в четырехпольном зернопаровом севообороте в варианте без удобрений темпы снижения содержания гумуса были наибольшими. Внесение минеральных удобрений в дозе N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> способствовало снижению темпов дегумификации, но не обеспечивало положительный баланс гумуса. Для стабилизации содержания гумуса на исходном уровне возможно применение органоминерального удобрения в дозе 10 т/га навоза + N<sub>50</sub>P<sub>25</sub>K<sub>60</sub> или 20 т/га навоза однократно в ротацию. Положительный баланс гумуса обеспечивался за счет более высоких доз органических удобрений, внесения в пар 40 т/га навоза.

### Литература

- Билтуев А.С., Будажапов Л.В. Модели определения содержания минеральных форм азота в каштановых почвах Забайкалья/А.С. Билтуев // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 2007. - № 10. - С. 5-9.
- Борисов, Б. А., Ганжара Н. Ф. Географические закономерности распределения и обновления легкоразлагаемого органического вещества целинных и пахотных почв зонального ряда европейской части России / Б. А. Борисов // Почвоведение. -2008. - № 9. - С.1071-1079.
- Ишигинов И.В., Максимов В.Е. Пути повышения плодородия почв и устойчивости земледелия в условиях Бурятии/ И.А. Ишигинов // Почвенные ресурсы Забайкалья. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989. - С.137-141.
- Куликов А. И., Дугаров В. И., Корсунов В. М. Мерзлотные почвы: экология, теплоэнергетика и прогноз продуктивности/ А.И. Куликов. -Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 1997. -312 с.
- Лапухин Т.П., Батудаев А.П., Уланов А.К. Изменение гумусного состояния каштановой почвы в результате длительного систематического применения удобрений в условиях сухой степи Западного Забайкалья// Вестник БГСХА. - № 3. - 2014. - С. 46-53.
- Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Суханова Н.И. Органическое вещество почв Российской Федерации/Д.С. Орлов - М.: Наука, 1996. - 256 с.

## DYNAMICS OF HUMUS IN CHESTNUT SOILS OF WESTERN TRANSBAIKALIA UNDER LONG-TERM FERTILIZATION

**A.S. Biltuev, L.V. Budazhapov. T.P. Lapuckhin, Buryat Research Institute of Agriculture, ul. Tretyakova 25z, Ulan-Ude, 670045 Buryat Republic, Russia, E-mail: sbiltuev@mail.ru**

*The effect of long-term fertilization on the humus status of chestnut soil in a grain-fallow crop rotation was studied. The dynamics of humus content was determined for the last 49 years in the treatments: control (without fertilizers),  $N_{40}P_{40}K_{40}$ , 10 t/ha manure +  $N_{50}P_{25}K_{60}$ , 20 t/ha manure, and 40 t/ha manure. A positive balance of humus at the maintenance of its qualitative composition was achieved by the application of manure at 40 t/ha to the fallow field. Stabilization of humus content at the original level took place at the application of organic-mineral fertilizers in the dose of 10 t/ha manure +  $N_{50}P_{25}K_{60}$  or 20 t/ha manure once per rotation cycle. The dynamics of humus content in different experimental treatments was determined from exponential equations.*

*Keywords: chestnut soil, fertilizing system, humus content and composition, exponential model.*