

9. Тараріко, Ю.О. Вплив систематичного застосування органічних і мінеральних добрив на біологічні процеси та гумусний стан чорнозему типового / Ю.О. Тараріко, Л.Д. Глущенко // Вісник аграрної науки. – 2002. – № 11. – С. 18–20.

10. Підвальна, Г.С. Гумусовий стан автоморфних ґрунтів Пасмового Побужжя: монографія / Г.С. Підвальна, С.П. Позняк. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2004. – 192 с.

11. Багаутдинов, Ф.Я. Гумусовое состояние серой лесной почвы и чернозема типичного при внесении органических и минеральных удобрений / Ф.Я. Багаутдинов // Агрехимия. – 1993. – № 12. – С. 68–75.

HUMUS CONTENT IN PODZOLIC CHERNOZEM AFTER LONG FERTILIZER APPLICATION IN CROP ROTATION

H.N. Hospodarenko, I.V. Prokopchuk

Summary

The article is devoted to the analysis of humus and changes of its reserves in podzolic chernozem in a prolonged agricultural use. Reduction of humus and its stocks in comparison with the data at the time of carrying of the experiment, due to increasing of mineralization process and the low return had organic residues to soil. Fertilizing systems that were studied in the experiment, different influence on humus conditions. The best dynamic stabilization observed by organo-mineral fertilizer system in the versions of 9 tons of manure and manure + $N_{45}P_{68}K_{36}$ 13,5 t + $N_{67}P_{102}K_{54}$.

Поступила 07.09.2015

УДК 631.45

ПРИЕМЫ РАСШИРЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОРОДИЯ ТЯЖЕЛОСУГЛИНИСТЫХ ПОЧВ ПРИАМУРЬЯ

Т.А. Асеева

Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Хабаровский край, п. Восточный, Россия

ВВЕДЕНИЕ

Пахотные почвы Среднего Приамурья характеризуются низким естественным плодородием, как правило, они кислые, слабооструктуренные, большей частью тяжелосуглинистые, в периоды муссонных дождей переувлажняются, и, как следствие этого, переуплотняются. Гумус в почвах неустойчивого состава и при интенсивной обработке почв быстро разрушается.

Анализ современного состояния сельскохозяйственных угодий в Хабаровском крае, оценка динамики изменения качественных показателей земель свидетельствуют о тенденции ухудшения общей экологической обстановки в земледелии региона и снижения уровня плодородия пахотных почв [1].

Многочисленные научные исследования и опыт практического земледелия показывают, что к важным факторам, определяющим уровень почвенного плодородия, относится органическое вещество почвы, и главным образом, гумус. Особенно роль гумуса усиливается в условиях дефицита применения удобрений и других средств химизации [2, 3]. Среди многочисленных его функций на первый план выходят такие, как способность обеспечивать растения углеродом, элементами минерального питания, ростовыми веществами, регулировать водно-воздушные, тепловые и физические свойства [3]. Установлена тесная взаимосвязь между содержанием гумуса и водопропускной способностью агрегатов и предельной полевой влагоемкостью.

Важнейшим средством восстановления и поддержания плодородия почвы является севооборот. В настоящее время в практике сложилось стойкое убеждение, что использование многовидовых севооборотов и средообразующих возможностей культивируемых растений характерно только для экстенсивного способа ведения сельского хозяйства. Между тем, в условиях сокращения видового разнообразия агроэкосистемы и перехода к монокультуре резко ухудшаются многие свойства почвы. Только в севооборотах в полной мере реализуются средоулучшающие и ресурсовосстанавливающие функции культурных растений: накопления органического вещества в почве, биологической фиксации атмосферного азота, использования труднодоступных элементов минерального питания, усиления структурообразующих и почвозащитных свойств, повышения фитосанитарной роли [4].

В условиях Приамурья проблема расширенного воспроизводства плодородия сезонно-мерзлотных почв представляет большой и практический, и методический интерес, в связи с чем целью наших исследований стало изучение и разработка приемов, обеспечивающих сохранение и повышение плодородия почвы в сложных почвенноклиматических условиях Среднего Приамурья.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования по изучению влияния различных типов севооборотов на изменение плодородия почвы и продуктивность культур в севообороте проводили в полевых и специализированных севооборотах (табл. 1 и 3), расположенных на лугово-бурой оподзоленно-глеевой тяжелосуглинистой почве. Мощность гумусового горизонта – до 20 см, содержание гумуса – до 4% и более, реакция среды кислая (рН сол. < 4,5), гидролитическая кислотность – 10–12 мг-экв./100 г почвы, сумма обменных оснований – 15–17 мг-экв./100 г почвы, обеспеченность подвижным фосфором низкая, а обменным калием высокая и очень высокая. Водно-воздушный режим регулируется мелиоративными и агро-мелиоративными приемами.

Схемы севооборотов

Наименование севооборотов	Чередование культур в севообороте
1. 3-польный	Овес, пшеница, соя
2. 5-польный с кукурузой	Кукуруза, соя, пшеница, соя, овес
3. 5-польный с клевером	Клевер, соя, пшеница, соя, овес + клевер
4. 5-польный кормовой	Пшеница, овес + мн травы, мн. травы 1 г.п., мн. травы 2 г. п., соя
5. 2-польный пропашной	Соя, кукуруза
6. Бессменный	Кукуруза
<i>Малопольные специализированные зерно-соевые севообороты</i>	
7. 3-польный	Овес, соя, овес
8. 2-польный	Соя, овес
9. 3-польный	Овес, соя, соя
10. Бессменный	Овес
11. Бессменный	Соя

В севооборотах возделывались: яровая пшеница Хабаровчанка, овес Тигровый, кукуруза Бирсу на зеленую массу и соя Марината.

Исследования по изучению влияния различных систем удобрений при длительном их применении на изменение содержания органического вещества в сезонно-мерзлотных почвах проводились в длительных стационарных опытах Географической сети РФ, заложенных в 1963–1965 гг. последовательно на трех полях семипольного полевого севооборота. Чередование культур в 7 ротации было следующим: однолетние травы, яровая пшеница, соя, ячмень с подсевом трав, травы 1-го года пользования, травы 2-го года пользования, соя, овес. За все годы исследований было внесено $N_{2355}P_{2550}K_{1755}$ кг д.в./га, органических удобрений и извести за первые четыре ротации соответственно 220 т/га (120 т/га навоза и 100 т/га торфокомпоста) и 18 т/га, или 2,25 г.к. Побочная продукция всех культур запахивалась. Для расчета баланса гумуса и азота был использован расчетный метод [5], в основу которого положены уравнения регрессии для определения основной продукции, справочные данные по содержанию азота в различных частях растений, коэффициенты гумификации растительных остатков и подстилочного навоза, коэффициенты пересчета органических удобрений на подстилочный навоз. Содержание гумуса определялось в соответствии с ГОСТ 26213–91 на приборе-11.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате полевых исследований установлено, что наиболее благоприятные условия для пополнения запасов гумуса складываются в севооборотах, где отмечен большой приход органического вещества в почву и меньшая его минерализация: 3-польный, 5-польные с клевером и двумя полями многолетних трав, 3-польный зерно-соевый (табл. 2). Баланс гумуса в этом случае положительный.

**Влияние типа севооборота на содержание гумуса и азота в почве
(2003–2008 гг.)**

Тип севооборота	%	
	гумус	N _{общ}
1. 3-польный	4,1	0,14
2. 5-польный с кукурузой	4,0	0,15
3. 5-польный с клевером	4,6	0,16
4. 5-польный кормовой	4,9	0,24
5. 2-польный пропашной	3,9	0,17
6. Кукуруза бессменно	3,2	0,15
<i>Малопольные специализированные зерно-соевые севообороты</i>		
7. 3-польный	4,0	0,20
8. 2-польный	3,7	0,18
9. 3-польный	3,6	0,18
10. Соя бессменно	3,2	0,14
11. Овес бессменно	3,4	0,17

Два поля многолетних трав в севообороте способствуют росту содержания общего азота в пахотном горизонте почвы до 0,24%. Здесь же отмечается и самое высокое содержание гумуса 4,9%. Бессменное возделывание пропашных культур резко ухудшают качественные показатели почвы.

Степень влияния различных систем удобрений на изменение содержания органического вещества в пахотном горизонте тяжелосуглинистой почвы зависит от возделываемой в севообороте культуры.

При возделывании овса в полевом севообороте суммарное поступление (солома, корневые и пожнивные остатки) в почву органической массы изменялось, в зависимости от применяемой системы удобрений и урожайности, от 14,6 до 84,1 ц/га. Из этого количества в почву поступило 0,26–1,51 т/га гумуса. С учетом потери гумуса при его минерализации, под посевами овса накоплению его способствовали в основном минеральные удобрения как в одностороннем порядке, так и в сочетании с известковой и органической системами (табл. 3).

**Влияние различных систем удобрений при возделывании овса
на воспроизводство гумуса в почве (2010–2012 гг.)**

Вариант	Поступление в почву сухого вещества, ц/га	Воспроизводство гумуса, т/га	Минерализация гумуса, т/га	Баланс гумуса, ± т/га
1. Контроль б/у	14,6	0,26	0,8	-0,54
2. Навоз +ТФК 220 т/га п/д О	48,7	0,88	0,8	+0,08
3. N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ М	77,7	1,40	0,8	+0,60
4. Са по 2,25 г.к. п/д И	24,9	0,45	0,8	-0,35
5. О + М	84,1	1,51	0,8	+0,71
6. О + И	57,2	1,02	0,8	+0,22
7. И + М	66,8	1,20	0,8	+0,40
8. О + И + М	70,1	1,26	0,8	+0,46

При возделывании сои в полевом севообороте поступление в почву органической массы было значительно ниже, чем при возделывании овса (табл. 4).

Таблица 4

Влияние различных систем удобрений при возделывании сои на воспроизводство гумуса в почве (2009–2011 гг.)

Вариант	Поступление в почву сухого вещества, ц/га	Воспроизводство гумуса, т/га	Минерализация гумуса, т/га	Баланс гумуса, ± т/га
1. Контроль б/у	32,9	0,66	1,0	-0,34
2. ТФК по 100 т/га п/д О	39,9	0,80	1,0	-0,20
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ М	38,9	0,78	1,0	-0,22
4. Са по 2,25 г.к. п/д И	33,3	0,67	1,0	-0,33
5. О + М	35,7	0,71	1,0	-0,29
6. О + И	40,9	0,82	1,0	-0,18
7. И + М	36,4	0,73	1,0	-0,27
8. О + И + М	38,9	0,78	1,0	-0,22

За счет гумификации органических остатков сои образовалось, в зависимости от применяемой системы удобрений, от 0,66 до 0,82 т/га гумуса. В процессе вегетации сои под ее посевами минерализовалось 1,0 т/га гумуса. Не зависимо от систем удобрений, минерализация гумуса превысила поступление его в почву за счет гумификации. По всем вариантам отмечено снижение содержания гумуса в почве на 0,18–0,34 т/га в год.

Эти данные подтверждаются многолетними наблюдениями за содержанием гумуса в почве в стационарных полевых опытах (рис. 1).

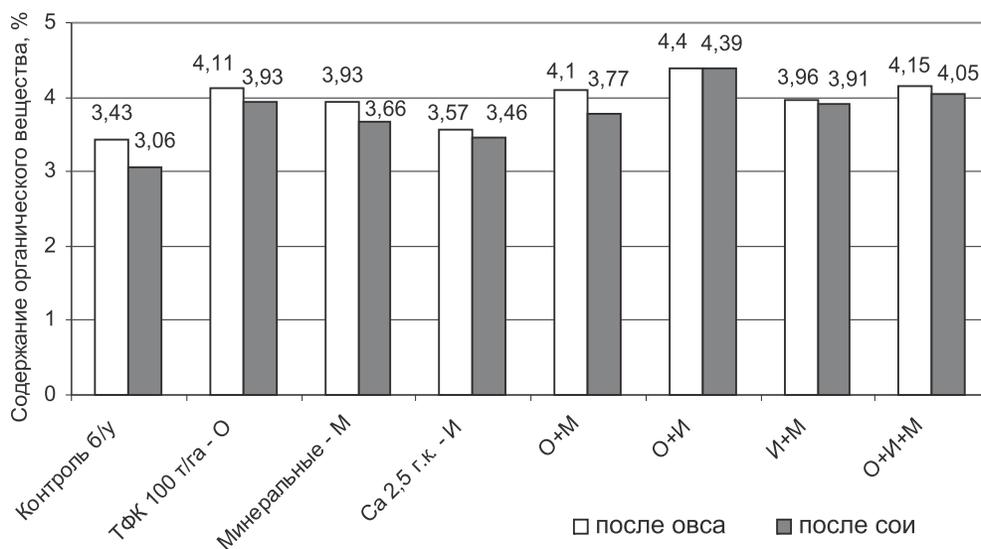


Рис. 1. Влияние возделываемых культур на содержание гумуса в почве в зависимости от применяемой системы удобрений

Содержание гумуса в почве после возделывания сои в контрольном варианте ниже, чем после возделывания овса на 0,37%. По сравнению с контрольным вариантом применение любой системы удобрений способствует накоплению органического вещества в пахотном горизонте почвы. Максимальное его увеличение отмечено при длительном использовании органической системы удобрений в полевом севообороте как в одностороннем порядке, так и в сочетании с минеральной и известковой системами. В этом случае дополнительно в пахотном слое почвы накопилось под овсом 0,68–0,97%, под соей – 0,87–1,33% органического вещества.

Как одностороннее систематическое внесение минеральных удобрений, так и последствие длительного применения известковых удобрений обеспечивают повышение содержания органического вещества в почве не более чем на 0,4% по сравнению с контрольным вариантом. Максимальное содержание органического вещества в почве отмечается при длительном использовании органо-известковой системы удобрений 4,39–4,40%, что выше, чем в контрольном варианте на 0,97–1,33% в зависимости от возделываемой культуры.

В свою очередь, уровень плодородия почвы оказывает влияние на эффективность применяемых систем удобрений. Так, при возделывании овса достоверная прибавка зерна по сравнению с контрольным вариантом получена только при систематическом применении минеральных удобрений как в одностороннем порядке, так и в сочетании с известковой и органической системами удобрений. Дополнительно получено 6,9–11,6 ц/га зерна (табл. 5). Максимальный рост урожайности обеспечило систематическое применение минеральных удобрений по последствию известкования почвы, рост урожайности относительно контроля составил 37%. Расчет корреляционной зависимости между урожаем овса и содержанием органического вещества в пахотном горизонте почвы показал, что между этими показателями существует средняя корреляционная зависимость ($r = 0,52$).

Таблица 5

**Влияние различных систем удобрений на урожайность овса и сои
(в среднем за три года)**

Вариант	Урожайность овса, ц/га	Прибавка урожая овса, ц/га	Урожайность сои, ц/га	Прибавка урожая сои, ц/га
1. Контроль б/у	31,3	–	15,0	–
2. ТФК по 100 т/га п/д О	35,4	4,1	17,5	2,5
3. НРК М	38,2	6,9	25,9	10,9
4. Са по 2,25 г.к. п/д И	32,4	1,1	18,1	3,1
5. О + М	38,9	7,6	26,4	11,4
6. О + И	35,1	3,8	19,2	4,2
7. И + М	42,9	11,6	27,7	12,7
8. О + И + М	41,8	10,5	30,9	15,9
НСР 0,5 ц/га	3,8		3,2	

Соя, как и овес, отзывчивы на систематическое применение минеральных удобрений. Эффективность их возрастает при использовании по последствию известковых удобрений. Максимальная урожайность 30,9 ц/га получена при воз-

делывании сои по полной системе удобрений. Между урожайностью сои и содержанием органического вещества в почве под ее посевами также установлена средняя корреляционная зависимость – $r = 0,52$.

Многочисленные данные свидетельствуют о том, что виды растений с высокой средоулучшающей способностью улучшают физические и химические свойства почвы. Важным показателем физических свойств почвы является количество водопрочных агрегатов в пахотном слое.

В экспериментальных севооборотах при изучении влияния чередования культур в севооборотах на количество водопрочных агрегатов установили, что наиболее благоприятные условия для образования водопрочных агрегатов складывались в пятипольном севообороте под многолетними травами (табл. 6).

Таблица 6

Содержание водопрочных агрегатов (более 0,25 мм) в пахотном слое почвы в зависимости от типа севооборота и культуры

Культура	Севооборот	Содержание агрегатов, %
Пшеница	3-польный	34,8
	5-польный с кукурузой	33,4
	5-польный с клевером	35,9
Овес	3-польный	37,5
	5-польный с кукурузой	38,4
	5-польный с клевером	36,0
Соя	3-польный	35,1
	5-польный с кукурузой по кукурузе	36,8
	5-польный с кукурузой по пшенице	31,1
	5-польный с клевером по клеверу	34,9
	5-польный с клевером по пшенице	31,4
	2-польный	35,0
Кукуруза	Постоянный участок	28,1
	5-польный	36,4
	2-польный	30,9
Клевер	5-польный	47,0
Соя	5-польный	39,0
Многол. травы 2-го г.п.	Кормовой севооборот	50,8
Многол. травы 1-го г.п.		49,6
Овес + мн. травы		37,1
Овес		39,0

При выращивании культур бесменно содержание водопрочных агрегатов заметно снижается. Так, в пахотном слое почвы при бесменном возделывании кукурузы их количество составило 28,1%.

В специализированных зерно-соевых севооборотах при бесменном возделывании овса и сои физические свойства почвы заметно ухудшались (табл. 7). Количество водопрочных агрегатов снизилось под овсом на 9,3–11,9%, под соей – на 7,1–10,0% в сравнении с зерно-соевыми звеньями севооборотов.

Таблица 7

**Содержание водопрочных агрегатов (более 25 мм) в пахотном слое почвы
в специализированных зерно-соевых оборотах**

Севооборот	Содержание водопрочных агрегатов по культурам, %	
	овес	соя
3-польный по овсу	38,3	35,5
3-польный по сое	40,3	34,2
2-польный	38,7	36,2
3-польный	37,4	37,1
Бесменный	29,0	27,1

Химические свойства почвы также претерпевали заметные изменения под влиянием типа севооборота, особенно блок кислотно-щелочных свойств. Наиболее благоприятно они складывались при чередовании культур в 5-польном кормовом севообороте (табл. 8).

Таблица 8

**Изменение агрохимических свойств лугово-бурой тяжелосуглинистой почвы
под влиянием севооборота**

Тип севооборота	%		РН сол.	Мг/экв на 100 г почвы		% V	Мг/100 г почвы	
	гумус	N _{общ}		Hг	ΣCa +Mq		P ₂ O ₅	K ₂ O
1. 3-польный	4,1	0,14	4,4	6,7	17,1	71,1	4,1	29,3
2. 5-польный с кукурузой	4,0	0,15	4,5	6,4	17,6	74,0	3,5	25,0
3. 5-польный с клевером	4,6	0,16	4,3	7,2	14,8	67,0	3,0	10,6
4. 5-польный кормовой	4,9	0,24	5,2	4,4	17,2	80,0	3,2	25,6
5. 2-польный пропашной	3,9	0,17	4,2	8,8	14,2	62,0	3,9	10,8
6. Кукуруза бесменно	3,2	0,15	4,5	6,4	13,6	67,0	4,0	10,1
Малопольные специализированные зерно-соевые севообороты								
7. 3-польный	4,0	0,20	4,8	3,6	17,8	83,5	4,9	31,3
8. 2-польный	3,7	0,18	4,7	3,4	17,7	83,5	4,4	33,5
9. 3-польный	3,6	0,18	4,7	3,3	17,4	84,0	4,0	36,0
10. Соя бесменно	3,2	0,14	4,6	3,4	16,7	84,0	3,3	28,9
11. Овес бесменно	3,4	0,17	4,6	3,5	15,8	82,0	3,8	35,1

Два поля многолетних трав в севообороте способствуют снижению кислотности почвенного раствора, снижению гидролитической кислотности почвы и повышению обеспеченности обменными основаниями почвенного поглощающего комплекса. Под их влиянием возрастает содержание гумуса и общего азота в пахотном горизонте почвы. Возделывание кукурузы бесменно и ее чередование с соей в 2-польном севообороте резко ухудшают качественные показатели почвы. Ухудшаются кислотно-щелочные свойства и обеспеченность почвенного поглощающего комплекса обменными основаниями. Возделывание кукурузы в севообороте снижает обеспеченность пахотного горизонта обменным калием до 101–108 кг/га.

В малопольных специализированных севооборотах агрохимические свойства почвы более стабильны. Несколько ухудшаются они при бесменных посевах овса и сои.

Улучшение показателей плодородия почв в севооборотах способствует росту их производительности. Продуктивность севооборотов определяется набором культур в них (табл. 9).

Самая низкая продуктивность получена в 3-польном зерно-соевом севообороте: средняя урожайность зерна возделываемых в нем культур составила 22,8 ц/га, а выход кормовых единиц с 1 га севооборотной площади не превысил 30,9 ц/га. Увеличение севооборотных полей до 5 и набора культур, возделываемых на полях, повысили сбор зерна в них на 4,3–7,6 ц/га и выход кормовых единиц с 1 га севооборотной площади – на 1,5–6,4 ц/га.

Наиболее продуктивным был 5-польный кормовой севооборот с двумя полями многолетних трав. Урожай зерна составил 30,4 ц/га, а кормовых единиц – 32,4 ц/га с 1 га севооборотной площади.

Таблица 9

Влияние набора культур на продуктивность севооборотной площади

Севооборот	С 1 га севооборотной площади, ц/га	
	урожайность,	выход кормовых единиц
<i>Полевые севообороты</i>		
1. 3-польный зерно-соевый	22,8	26,0
2. 5-польный с кукурузой	27,6	30,9
3. 5-польный с клевером	27,1	27,5
4. 5-польный кормовой	30,4	32,4
5. 2-польный пропашной	27,7	30,2
6. Бессменно кукуруза	31,9 (197,8 зел.м.)	31,9
<i>Специализированные севообороты</i>		
7. 3-польный, 33% сои	24,0	26,3
8. 2-польный, 50% сои	23,8	27,0
9. 3-польный, 66% сои	19,4	23,0
10. Бессменно соя	9,5	13,1
11. Бессменно овес	19,6	19,6

Продуктивность малопольных специализированных севооборотов определяется долей в их структуре сои. С увеличением доли сои с 33 до 66% снизилась урожайность зерна с севооборотной площади на 0,2–4,4 ц/га. В бессменных посевах сои урожайность зерна снижается на 14,5 ц/га, или на 152,6%. С такой же фактически закономерностью уменьшается выход кормовых единиц с 1 га севооборотной площади. Неэффективны и бессменные посева овса. Урожайность зерна в них с 1 га севооборотной площади стабилизировалась на уровне 3-польного севооборота с 66% содержанием сои. При этом выход кормовых единиц снизился на 3,4 ц/га.

ВЫВОДЫ

Расширенному воспроизводству плодородия тяжелосуглинистых почв в экстремальных условиях Среднем Приамурье способствует возделывание сельскохозяйственных культур в полевых севооборотах. Содержание гумуса по сравнению с бессменным возделыванием кукурузы в 3-польном, 5-польном с клевером

и двумя полями многолетних трав, 3-польном зерно-соевом севооборотах, где отмечен большой приход органического вещества и меньшая его минерализация, было выше на 25,0–53,1%.

Увеличению поступления в почву органической массы возделываемых в полевом севообороте культур способствует систематическое применение удобрений. Применение минеральных удобрений как в одностороннем порядке, так и по длительному последствию органической и известковой систем удобрений при возделывании овса обеспечило повышение содержания гумуса на 1,2–1,4 т/га, под соей соответственно на 0,73–0,80 т/га.

Возделывание в севообороте пропашных культур и бессменные посевы сельскохозяйственных культур приводят к ухудшению физических и химических свойств сезонно-мерзлотных почв Среднего Приамурья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асеева, Т.А. Современное состояние сельскохозяйственных земель Хабаровского края / Т.А. Асеева, Л.В. Ким // Пути повышения эффективности научных исследований на Дальнем Востоке. – Новосибирск, 2003. – Т. 2. – С. 78–84.
2. Асеева, Т.А. Гумусное состояние пахотных почв Хабаровского края в зависимости от типа севооборота и времени его освоения / Т.А. Асеева // Плодородие. – 2008. – № 6(54). – С. 4–6.
3. Фокин, А.Д. О роли органического вещества почв в функционировании природных и сельскохозяйственных экосистем / А.Д. Фокин // Почвоведение. – 1994. – № 4. – С. 40–45.
4. Тюрин, И.В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии почвы / И.В. Тюрин. – М.: Наука, 1965. – 320с.
5. Методические указания расчета баланса гумуса при разработке внутрихозяйственного устройства. – М., 1989. – 25с.

METHODS OF EXPANDING REPRODUCTION OF HEAVY LOAMY SOILS FERTILITY OF THE PRIAMURYE REGION

T.A. Aseeva

Summary

The data on the influence of the type of crop rotation, different fertilizers systems, crop type on the organic matter quantity in the topsoil, its physical and chemical properties are shown.

It is determined that the cultivation of row crops in the rotation and unchanging agricultural crops lead to deterioration of the physical and chemical properties of seasonally frozen soil of the Middle Priamurye region. Cultivation of perennial grasses in crop rotation can save and improve soil properties.

Поступила 10.07.2015