(7-8%) was observed in the 0-10 cm layer after green-manure crops. After them the yield of wheat Kantegirskaya 89 was higher by 0.24-0.28 t/ha, Chagytay – 0.10-0,05 t/ha in comparison with pure unfertilized fallow. In rotation with occupied fallow grain exit of Kantegirskaya 89 decreased in comparison with pure fallow by 0.45 t/ha; with green manure fallow – by 0.69-0.73 t/ha; of variety Chagytay respectively by 0.14 and 0.19-0.25 t /ha

Key words: *forest-steppe, spring wheat, dark brown soil, crop rotation, predecessor, pure fallow, green-manure fallow, occupied fallow*

References

1. Savostyanov V.K. *Ispol'zovanie zemel' Khakasii i sopredel'nykh territoriy dlya vedeniya zemledeliya*. [Land Use of Khakassia and neighboring areas for farming in]. *Pochvy Khakasii, ikh ispol'zovanie i okhrana: mat-ly mezhdunar. nauchn. konf., posvyashch. 85-letiyu M.G. Tanzybaeva*. [Soils of Khakassia, their use and protection: materials of the Intern. Sci. Conf. devoting to 85th anniversary of M.G. Tasybaev]. Abakan: *OOO «Kooperativ «Zhurnalist»*, 2012. pp. 199-209.
2. Zhulanova V.N. *Agroekologicheskaya otsenka pochv Tuvy: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk*. [Agroecological assessment of Tuva soils: author's abstract of PhD Thesis]. Moscow, 2013. 46 p.
3. Rudoj N.G. *Proizvoditel'naya sposobnost' pochv Prieniseyskoy Sibiri*. [Productive capacity of soils of the Yenisei region of Siberia]. Krasnoyarsk: *Krasnoyar. gos. agrar. un-t*, 2010. 240 p.
4. Ulyanova O.A., Chuprova, V.V., Kurchenko N.L. *Povyshenie proizvoditel'noy sposobnosti pochv Krasnoyarskoy lesostepi*. [Increase the productive capacity of the soils of the Krasnoyarsk forest-steppe]. *Raznoobrazie pochv i bioty Severnoy i Tsentral'noy Azii: mat-ly II mezhdunar. nauch. konf*. [Diversity of soils and biota of Northern and Central Asia: materials of the II Intern. scientific Conf.]. Ulan-Ude: *Izd-vo BNTs SO RAN*, 2011. Vol. 1. pp. 143-144.
5. Seryakova D.G. *Udobreniya – zalog vysokikh urozhaev*. [Fertilizer – the key to high yields]. Kyzyl: *Tuvknigoizdat*, 1976. 56 p.
6. Dovban K.I. *Zelenoe udobrenie*. [Green manure]. Moscow, 1990. 129 p.
7. Sotpa A.S. *Vliyanie vidov parov na svoystva temno-kashtanovykh pochv Tyvy i urozhaynost' pshenitsy*. [Influence of fallow types on properties of dark-brown soils of Tuva and wheat yield]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*. 2014. no. 3. pp. 12-18.
8. Zharova T.F. *Vliyanie predshestvennikov na agrokhimicheskie svoystva temno-kashtanovoy pochvy i urozhaynost' yarovoy pshenitsy*. [Influence of predecessors on agrochemical properties of dark-brown soil and productivity of spring wheat]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*. 2015. no. 3. pp. 102-105.
9. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. *Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv*. [Research methods for physical properties of soils]. Moscow: *Agropromizdat*, 1986. 416 p.
10. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta*. [Technique of field experiment]. Moscow: *Kolos*, 1979. 416 p

УДК 631.811:631.417:631.445

Влияние удобрений на содержание, фракционный состав и баланс гумуса дерново-подзолистой почвы Севера

Чеботарев Николай Тихонович, доктор с.-х. наук, вед. научный сотрудник,
Юдин Андрей Алексеевич, кандидат экон. наук, ст. научный сотрудник,
Облизов Алексей Валерьевич*, кандидат экон. наук, доцент
ФГБНУ НИИСХ Республики Коми, г. Сыктывкар, Республика Коми, Россия
**ГОУ ВО «КРАГСиУ», г. Сыктывкар, Республика Коми, Россия*
E-mail: audin@rambler.ru; E-mail: oblizov_a@mail.ru

В полевом стационарном опыте проводили исследования по изучению эффективности органических (40 и 80 т/га ТНК) и минеральных удобрений (1/3 NPK, ½ NPK и 1 NPK), а также их совместного использования на гумусовое состояние, групповой, фракционный состав и баланс гумуса дерново-подзолистой среднеокультуренной легкосуглинистой почвы в кормовом севообороте. В результате проведенных исследований установлено, что наибольший положительный баланс гумуса получен при применении органических удобрений (0,41-1,80 т/га в среднем за год), а также совместном их использовании с минеральными удобрениями (0,50…0,63; 1,96…2,10 т/га), наибольшие значения получены при применении высокой дозы ТНК и NPK (1,96-2,10 т/га). Изучение группового и фракционного состава гумуса показало, что органические и минеральные удобрения, особенно при совместном их использовании, способствовали повышению содержания наиболее ценной фракции гуминовых кислот (ГК-2) с 2,3 до 5,2% и снижению наиболее агрессивной фракции фульвокислот (ФК-1а) с 3,5 до 2,7%. В целом удобрения, особенно в высоких дозах, способствовали повышению качества гумуса (из гуматно-фульватного он перешел в фульватно-гуматный тип). Соотношение Сгк:Сфк составило 1,30-1,33, в вариантах с минеральными удобрениями и совместным внесением органических и минеральных удобрений (ТНК 40 т/га + NPK) 1,22-1,27, в варианте без удобрений – 0,98.

Ключевые слова: *почва, гумус, гуминовые кислоты, фульвокислоты, органические, минеральные удобрения*

Оценка влияния органических и минеральных удобрений только на валовое содержание органического углерода, используемого для расчета количества гумуса, ранее представленная в нашей работе [1], не раскрывает всей сути положительного воздействия органического вещества почвы на ее плодородие [2]. Более полная картина раскрывается при изучении группового и фракционного состава гумуса, характеризующего содержание лабильных и стабильных форм органического вещества [3].

Цель исследований – изучить влияние систем удобрения на гумусовое состояние и качественный состав органического вещества дерново-подзолистой почвы.

Материал и методы. Опыт проводили в ФГУП «Северное» с 1978 года на дерново-подзолистой среднеокультуренной легкосуглинистой почве. Исследования проводили в шестипольном кормовом севообороте со следующим чередованием культур: картофель; однолетние травы с подсевом многолетних трав; многолетние травы 1 г.п.; многолетние травы 2 п.г.; однолетние травы; картофель. В статье представлены результаты исследований за 2014 год, которые характеризуют произошедшие изменения в почве опытного участка за период с 1978 года по 2014 год.

Органические удобрения в виде торфонавозного компоста (ТНК) вносили 2 раза за ротацию севооборота (6 лет) – под картофель в дозах 40 и 80 т/га совместно с минеральными удобрениями. Минеральные удобрения вносили ежегодно в дозах, рассчитанных по выносу NPK запланированным урожаем культур (картофеля – 15 т/га, викоовсяной смеси – 20 т/га, клеверотимофеечной смеси – 15 т/га). Дозы NPK составили: под картофель –N60P30K180, однолетние травы - N40P32K116 и многолетние травы – N40P32K108, а также 1/3 и 1/2 их части.

Повторность опыта – четырехкратная, площадь опытной делянки – 100 м^2. Учет урожая – сплошной, поделяночный [4]. Расчет баланса гумуса проводили по А.М. Лыкову [5] и методике НИИСХ Северо-Востока [6]. Почвенные образцы (0-20 см) отбирали осенью 2014 года по вариантам опыта. Изучение группового и фракционного состава гумуса проводили по методике Пономаревой В.В., Плотниковой Т.А. [7]. Определение содержания органического вещества выполнено титрометрическим методом по ГОСТ 2374-79.

Результаты и их обсуждение. В почве опытного участка в вариантах опыта был рассчитан баланс гумуса (табл. 1). Содержание общего гумуса в вариантах опыта составляло 2,1-3,3%, запасы гумуса в почве опытного участка варьировали от 54,6 до 85,8 т/га, что, по классификации Л.А. Гришиной и Д.С. Орлова [8], характеризует низкий уровень гумусного состояния почвы.

Длительное применение органических и минеральных удобрений в кормовом севообороте способствовало поступлению в почву корнепожнивных остатков в количестве 1,8-3,1 т/га, наибольшее их количество получено при применении 80 т/га ТНК (3,1 т/га). Синтез гумуса из растительных остатков получен в количестве 0,22-0,37 т/га. Наибольший приход гумуса получен из органических удобрений при использовании 40 т/га ТНК – 1,40 т/га и 80 т/га – 2,80 т/га. Минерализация гумуса в почве в наибольшей степени отмечена в вариантах с органическими удобрениями и совместном применении органических и минеральных удобрений (1,71-3,17 т/га), в меньшей степени в вариантах с тремя дозами NPK и контроле (0,22-0,99 т/га). В результате исследований установлено, что в вариантах с NPK наблюдался отрицательный баланс гумуса в почве опытного участка (-0,43-0,51 т/га). Отмечено накопление гумуса в вариантах с ТНК и совместном использовании ТНК и NPK (0,41-2,10 т/га), наиболее значительное ежегодное накопление гумуса установлено в вариантах с высокими дозами ТНК 80 т/га и NPK (1,80-2,10 т/га).

Установлено, что лабильная часть органического вещества почвы является основным источником азотного и в значительной степени – фосфорного питания растений. В нем заключено 98% всего запаса азота почвы, 80% серы и 60% фосфора [5]. Весьма важное значение имеет качество лабильных форм гумуса, которое изменяется в зависимости от доз и видов вносимых удобрений в почву.

Применение ТНК и NPK по-разному сказалось на групповом и фракционном составе гумуса. Использование ТНК и совместное внесение ТНК и NPK способствовало увеличению в составе гумуса доли фракций гуминовых кислот. Существенно увеличилась (с 2,3 до 5,2%) доля наиболее ценной фракции гуминовых кислот – ГК-2, связанной с кальцием и магнием в пахотном горизонте почвы (табл. 2).

В результате использования органических и минеральных удобрений содержание наиболее агрессивной фракции фульвокислот (ФК-1а) снизилось с 3,5 до 2,7%, что положительно повлияло на соотношение фракций гумусовых кислот.

Использование минеральных удобрений способствовало переходу гумуса в фульватно-гуматный (Сгк:Сфк – 1,22-1,24), а совместное применение органических (ТНК 80 т/га) и минеральных удобрений повысило это соотношение до 1,30-1,33 (тип гумуса – фульватно-гуматный). Снизилось содержание негидролизуемного остатка.

Таблица 1

Влияние органических и минеральных удобрений и их комплексного их использования на баланс гумуса в дерново-подзолистой почве кормового севооборота, т/га (2014 год)

Вариант	*Содержание гумуса, %*	*Запасы гумуса*	*Поступление растительных остатков*	*Синтез гумуса из растительных остатков*	*Приход гумуса с органическими удобрениями*	*Приход гумуса – всего*	*Минерализация гумуса*	*Баланс гумуса (±)*
Без удобрений(контроль)	2,1	54,6	1,8	0,22	-	0,22	0,22	0
⅓ NPK	2,2	57,2	2,1	0,25	-	0,43	0,91	-0,48
½ NPK	2,3	59,8	2,1	0,25	-	0,45	0,96	-0,51
NPK	2,4	62,4	2,4	0,29	-	0,56	0,99	-0,43
ТНК 40 т/га – фон 1	3,2	83,2	2,8	0,34	1,40	1,74	1,33	+0,41
Фон 1+ ⅓ NPK	2,6	67,6	2,6	0,31	1,40	1,71	1,08	+0,63
Фон 1 + ½ NPK	2,8	72,8	2,7	0,32	1,40	1,72	1,16	+0,56
Фон 1 + NPK	3,0	78,0	2,9	0,35	1,40	1,75	1,25	+0,50
ТНК 80 т/га – фон 2	3,3	85,8	3,1	0,37	2,80	3,17	1,37	+1,80
Фон 2+ ⅓ NPK	2,4	62,4	2,4	0,29	2,80	3,09	0,99	+2,10
Фон 2 + ½ NPK	2,8	72,8	2,7	0,32	2,80	3,12	1,16	+1,96
Фон 2 + NPK	2,6	67,6	2,6	0,31	2,80	3,11	1,08	+2,03
НСР05	0,26	6,28	0,29	0,03	0,27	2,02	0,11	-

Таблица 2

Влияние длительного применения удобрений в кормовом севообороте на содержание гумуса, его групповой и фракционный состав в пахотном слое (0-20 см) дерново-подзолистой почвы (данные 2014 г.)

Вариант	*Общий гумус, %*	*Сорг, %*	*Гуминовые кислоты, % Фракции*				*Фульвокислоты, % Фракции*					*Сгк:Сфк*	*Негидролизуемый остаток*
			1	*2*	*3*	*Сумма*	*1а*	*1*	*2*	*3*	*Сумма*		
Без удобрений (контроль)	2,1	2,42	10,8	2,3	11,5	25,5	3,5	11,3	3,9	7,4	26,1	0,98	48,4
⅓ NPK	2,2	2,54	12,4	4,2	12,4	29,0	3,2	12,2	3,5	4,8	23,7	1,22	47,3
½ NPK	2,3	2,71	14,1	4,0	12,5	30,6	3,1	11,2	3,5	6,7	24,5	1,24	44,9
NPK	2,4	2,78	13,6	4,4	13,0	31,0	3,3	13,0	2,2	6,6	25,1	1,23	43,9
ТНК 40 т/га фон 1	3,2	2,8	13,2	4,5	12,7	30,4	3,4	13,2	2,7	5,9	25,2	1,21	44,4
Фон 1+ ⅓ NPK	2,6	2,77	14,4	4,7	13,1	32,2	3,0	13,8	2,6	6,1	25,5	1,26	42,3
Фон 1 + ½ NPK	2,8	2,65	15,3	4,4	13,4	33,1	3,1	14,3	3,1	6,4	26,9	1,23	40,0
Фон 1 + NPK	3,0	2,83	15,0	4,6	14,0	33,6	3,4	13,4	2,8	6,8	26,4	1,27	40,0
ТНК 80 т/га фон 2	3,3	2,92	16,2	4,9	14,2	35,3	3,2	14,3	3,2	6,4	27,1	1,30	37,6
Фон 2+ ⅓ NPK	2,4	2,88	16,1	4,8	13,6	34,5	3,0	13,5	2,7	6,7	25,9	1,33	39,6
Фон 2 + ½ NPK	2,8	2,76	16,4	5,1	13,8	35,3	2,9	14,0	2,9	6,8	26,6	1.33	38,1
Фон 2 + NPK	2,6	2,86	16,7	5,2	14,3	36,2	2,7	16,2	2,7	5,9	27,5	1,32	36,3

Выводы.

1. Длительное применение минеральных удобрений в возрастающих дозах на дерново-подзолистой почве привело к отрицательному балансу гумуса (-0,43…-0,51 т/га в среднем за год). 2. Положительный баланс гумуса формировался при использовании различных доз органических удобрений (0,41-1,80 т/га) и совместном их применении с NPK (0,50…0,63; 1,96…2,10 т/га), наибольшие значения получены при применении высокой дозы ТНК и NPK.

3. Органические и минеральные удобрения способствовали улучшению качества гумуса (из гуматно-фульватного он перешел в тип – фульватно-гуматный), соотношение Сгк:Сфк в вариантах совместного применения высоких доз ТНК (80 т/га) и минеральных удобрений составило 1,32-1,33, в вариантах с минеральными удобрениями и применением ТНК и NPK (40 т/га) – 1,22-1,27, в варианте без удобрений – 0,98.

Список литературы

1. Чеботарев Н.Т., Юдин А.А. Динамика плодородия и продуктивности дерново-подзолистой почвы под действием длительного применения удобрений в условиях Республики Коми // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т.29. №2. С. 11-13.
2. Когут Б.М. Принципы и методы оценки содержания трансформируемого органического вещества в пахотных почвах // Почвоведение. 2003. № 3. С. 308-316.
3. Малышева Ю.А., Полякова Н.В., Платонычева Ю.Н. Содержание органического вещества в почве и звеньях севооборота с сидеральными культурами // Земледелие. 2008. № 2. С. 16-17
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 351 с.
5. Лыков А.М. Воспроизводство плодородия почв в Нечерноземной зоне. М.: Колос, 1982. 142 с.
6. Методика разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия в хозяйствах Кировской области. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2000. 60 с.
7. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование (Методы и результаты изучения). Л.: Наука, 1980. 222 с.
8. Гришина Л.А., Орлов Д.С. Показатели гумусового состояния почв. М.: Наука, 1978. 68 с.

Influence of fertilizers on contents, fractional structure and balance of humus in sod-podsolic soil of the North

Chebotaryov N.T., DSc in agriculture, leading researcher, **Yudin A.A.,** PhD in economics, senior researcher, **Oblizov A.V.*,** PhD in economics, associated professor

Agricultural Research Institute of Komi Republic, Syktyvkar, Komi Republic, Russia

** Komi republican academy of state service and administration, Syktyvkar, Komi Republic, Russia*

Researches on studying of efficiency of organic (40 and 80 t/ha of TNK) and mineral fertilizers ($^1/_3$ NPK, ½ NPK and 1 NPK), and their combining use on a humic state, group and fractional structure, and balance of a humus of the sod-podsolic middle-cultivated sandy loam soil were conducted in field stationary experiment in a fodder crop rotation. As a result of the carried out researches it is established that the greatest positive balance of humus is received at use of organic fertilizers (0.41-1.80 t/ha on average per year), and also their joint use with mineral fertilizers (0.50…0.63; 1.96…2.10 t/ha); the greatest values are received at application of high dose of TNK and NPK (1.96-2.10 t/ha). Studying of group and fractional structure of a humus has shown that organic and mineral fertilizers, especially at their joint use promoted increase of content of the most valuable fraction of humic acids (GK-2) from 2.3 to 5.2% and to decrease in the most aggressive fraction of fulvic acids (FC-1a) from 3.5 to 2.7%. In general, fertilizers, especially in high doses, promoted increase of humus quality (from gumate-fulvatic type it has passed into fulvatic-gumate type). Ratio Cga: Cfa has made 1.30-1.33; in variants with mineral fertilizers and joint input of organic and mineral fertilizers (TNK in dose 40 t/ha + NPK) – 1.22-1.27; in variant without fertilizers – 0.98.

Key words: *soil, humus, humic acids, fulvic acids, organic, mineral fertilizers*

References

1. Chebotaryov N.T., Yudin A.A. *Dinamika plodorodiya i produktivnosti dernovo-podzolistoy pochvy pod deystviem dlitel'nogo primeneniya udobreniy v usloviyakh Respubliki Komi*. [Dinamics of fertility and productivity of sod-podzolic soils under the influence of prolonged use of fertilizers in the conditions of the Komi Republic]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. Vol. 29. no. 2. pp. 11-13.
2. Kogut B.M. *Printsipy i metody otsenki soderzhaniya transformiruemogo organicheskogo veshchestva v pakhotnykh pochvakh*. [The principles and evaluation methods of content of the transformed organic substance in arable soils]. *Pochvovedenie*. 2003. no. 3. pp. 308-316.
3. Malysheva Yu.A., Polyakova N.V., Platonycheva Yu.N. *Soderzhanie organicheskogo veshchestva v pochve i zven'yakh sevooborota s sideral'nymi kul'turami*. [Content of organic substance in the soil and chains of a crop rotation with green-manure crops]. *Zemledelie*. 2008. no. 2. pp. 16-17.
4. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta*. [Methods of field experiment]. Moscow: *Kolos*, 1985. 351 p.
5. Lykov A.M. *Vosproizvodstvo plodorodiya pochv v Nechernozemnoy zone*. [Reproduction of soil fertility in the Non-Chernozem zone]. Moscow: *Kolos*, 1982. 142 p.
6. *Metodika razrabotki adaptivno-landshaftnykh sistem zemle-deliya v khozyaystvakh Kirovskoy oblasti*. [A technique of development of adaptive and landscape systems of agriculture in farms of the Kirov region]. Kirov: *NIISKh Severo-Vostoka im. N.V. Rudnitskogo*, 2000. 60 p.
7. Ponomareva V.V., Plotnikova T.A. *Gumus i pochvoobrazovanie (Metody i rezul'taty izucheniya)*. [Humus and soil formation (Methods and results of studying)]. Leningrad: *Nauka*, 1980. 222 p.
8. Grishina L.A., Orlov D.S. *Pokazateli gumusovogo sostoyaniya pochv*. [Indicators of a humic state of soils]. Moscow: *Nauka*, 1978. 68 p.