

АГРОЭКОЛОГИЯ



УДК 631.454:631.417.2:631.445.24



У.А. Исаичева, А.М. Труфанов
U.A. Isaicheva, A.M. Trufanov

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЙ В ОПТИМИЗАЦИИ ГУМУСОВОГО СОСТОЯНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ

THE EFFECTIVENESS OF FERTILIZER SYSTEM BIOLOGIZATION WHEN OPTIMIZING HUMUS CONDITION OF SOD-PODZOLIC SANDY LOAM SOIL

Ключевые слова: содержание гумуса, баланс гумуса, побочная продукция полевых культур, биологизация системы удобрений, дерново-подзолистая супесчаная почва, урожайность культур.

Широкие масштабы дегумификации дерново-подзолистых почв обусловлены интенсивной обработкой почвы, усилением минерализации почвенного органического вещества и недостаточным поступлением растительных остатков, органических удобрений и другими причинами. Одним из путей решения проблемы может быть биологизация системы удобрений при использовании альтернативных органических удобрений. Поэтому цель и задачи по изучению динамики содержания гумуса в дерново-подзолистых супесчаных почвах и его баланса под влиянием различных по интенсивности систем удобрений весьма актуальны и имеют научную и практическую значимость. Представлены результаты шестилетних исследований (2006-2011 гг.) по влиянию различных по интенсивности систем удобрений на баланс и содержание гумуса дерново-подзолистой супесчаной почвы, а также урожайность полевых культур в многолетнем полевом опыте в условиях производства ОАО «Михайловское» Ярославского района. В результате установлено, что неотъемлемой частью биологизированных систем удобрений в дерново-подзолистых супесчаных почвах должно стать использование побочной продукции возделываемых культур в качестве органического удобрения, что позволит не только поддерживать урожайность последующих культур на достаточно высоком уровне, но и обеспечить расширенное воспроизводство почвенного плодородия в части его гумусового состояния. Не стоит забывать при этом, что данный прием биологизации является еще и ресурсосберегающим, так как исключает

дополнительные затраты на вывоз и утилизацию с полей побочной продукции. Применение минеральных форм удобрений в дополнение к органической целесообразно для значительного повышения урожайности выращиваемых культур.

Keywords: humus content, humus balance, field crop residues, fertilizer system biologization, sod-podzolic sandy loam soil, crop yield.

Widespread humus loss in sod-podzolic soils is caused by intensive tillage, increased mineralization of soil organic matter and insufficient input of plant residues, organic fertilizers and other factors. One solution of the problem may be the biologization of fertilizer system through the use of alternative organic fertilizers. Therefore, the goal and objectives of the study of humus content dynamics in sod-podzolic sandy loam soils and humus balance under the influence of different intensity fertilizer systems are highly relevant and are of scientific and practical significance. The results of six-year long research (2006-2011) on the effect of different systems of fertilizers on humus balance and content in sod-podzolic sandy loam soil and crop yields in a long-term field trial in the conditions of commercial production on the farm of the OAO "Mikhaylovskoye" of the Yaroslavl District are discussed. It has been found that an obligatory part of biofertilizer systems for sod-podzolic sandy soils should be the use of crop residues as an organic fertilizer that will not only maintain the yield of subsequent crops at a high level, but also to ensure the expanded reproduction of soil fertility in terms of its humus conditions. It should be borne in mind that that biologization is a resource saving method as it excludes the additional costs of removal and disposal of crop residues from the fields. The application of mineral fertilizers in addition to organic ones is advisable for significant crop yield increase.

Исаичева Ульяна Алексеевна, с.н.с., научно-исследовательская лаборатория ресурсосберегающих технологий в земледелии, Ярославская государственная сельскохозяйственная академия. E-mail: fulsi@yandex.ru

Труфанов Александр Михайлович, к.с.-х.н., доцент, каф. «Агрономия», Ярославская государственная сельскохозяйственная академия. E-mail: a.trufanov@yarcx.ru

Isaicheva Ulyana Alekseyevna, Senior Staff Scientist, Research Lab. of Resource Saving Technologies in Agriculture, Yaroslavl State Agricultural Academy. E-mail: fulsi@yandex.ru.

Trufanov Aleksandr Mikhaylovich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agronomy, Yaroslavl State Agricultural Academy. E-mail: a.trufanov@yarcx.ru.

Введение

К настоящему времени накоплено значительное количество данных, свидетельствующих о существенном снижении содержания гумуса в пахотных почвах [1, 2].

Ежегодные его потери происходят вследствие интенсивной обработки почвы, усиления минерализации почвенного органического вещества и недостаточного поступления растительных остатков, органических удобрений и снижения ферментативной активности [3, 4].

Биологизация системы удобрений и существенное обогащение дерново-подзолистой почвы органическим веществом возможно при использовании традиционных (навоз) и альтернативных (сидераты, солома) органических удобрений, что позволяет в течение ротации поддерживать в пахотном слое почвы бездефицитный баланс гумуса и основных элементов минерального питания [5, 6].

Если влияние органических удобрений на содержание гумуса преимущественно положительно, то минеральных – противоречиво [7].

Поэтому цель и задачи по изучению динамики содержания гумуса в дерново-подзолистых супесчаных почвах и его баланса под влиянием различных по интенсивности систем удобрений весьма актуальны и имеют научную и практическую значимость.

Условия и методика исследований

Экспериментальная работа проводилась в 2006-2011 гг. на дерново-подзолистой супесчаной почве в полевом многолетнем стационарном трехфакторном опыте, заложенном в условиях производства ОАО «Михайловское» (Ярославский район Ярославской области) методом расщеплённых делянок с рендомизированным размещением вариантов в повторениях. Повторность опыта четырёхкратная. Схема трехфакторного (4×3×2) опыта включает 24 варианта. На делянках первого порядка площадью 2352 м² (84×28 м) изучаются системы основной обработки почвы, на делянках второго порядка 784 м² (28×28 м) – системы удобрений и на делянках третьего порядка 392 м² (28×14 м) – системы защиты полевых культур от сорных растений. Общая площадь опытного участка 6,08 га.

Приводятся данные только по фактору «Система удобрений» в среднем, по остальным факторам – обработкам почвы и защиты растений – схема за период исследований была следующей:

1. Экстенсивная биологизированная (контроль): картофель (2006), фон – солома 4 т/га озимой пшеницы; яровая пшеница (2007), фон – ботва картофеля; яровая пшеница (2008), фон – солома яровой пшеницы; однолетние травы (2009), фон – солома яровой пшеницы + N₉₀ кг/га д.в.; озимая тритикале (2010), фон – без удобрений; картофель (2011), фон – солома озимой тритикале, «У₁».

2. Среднеинтенсивная биологизированная: картофель (2006), фон – солома озимой пшеницы + N₆₄P₆₄K₆₄ + N_{45(подкормка)} кг/га д.в.; яровая пшеница (2007), фон – ботва картофеля + N₅₀P₅₀K₅₀ кг/га д.в.; яровая пшеница (2008), фон солома + N₅₀P₅₀K₅₀ кг/га д.в.; однолетние травы (2009), фон – солома + N₉₀K₁₀₀ (в запас на 4 года) кг/га д.в.; озимая тритикале (2010), фон – N₈₅ (подкормка) кг/га д.в.; картофель (2011), фон – солома озимой тритикале + N₅₀P₁₂₅K₁₂₅ кг/га д.в., «У₂».

3. Высокоинтенсивная биологизированная: картофель (2006) – солома озимой пшеницы + N₁₃₀P₁₃₀K₁₃₀ кг/га д.в.; яровая пшеница (2007), фон – ботва картофеля + N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ кг/га д.в.; яровая пшеница (2008), фон – солома яровой пшеницы + N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ кг/га д.в.; однолетние травы (2009), фон – солома яровой пшеницы + N₉₀K₄₀₀ (в запас на 4 года) кг/га д.в.; озимая тритикале (2010), фон – N₁₃₅ (подкормка) кг/га д.в.; картофель (2011), фон – солома озимой тритикале + N₁₅₀P₁₂₅K₁₂₅ кг/га д.в., «У₃».

Таким образом, все изучаемые системы удобрений характеризуются внесением побочной продукцией выращиваемых культур в количествах по их фактической урожайности, а интенсивные, кроме того, еще и внесением полного минерального удобрения (в форме аммиачной селитры, азофоски и хлористого калия) на плановую урожайность в средних и повышенных нормах.

В период исследований в опыте выращивались с чередованием во времени следующие сорта полевых культур, рекомендованные для региона: картофель «Невский» (2006); яровая пшеница «МиС» (2007, 2008); вико-

овсяная смесь (занятый пар) на зеленый корм – вика «Ярославская 136» и овёс «Скакун» (2009); озимая тритикале «Антей» (2010); картофель «Жуковский ранний» (2011).

Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, характеризующаяся исходным средним содержанием гумуса в пахотном слое 2,32%, подвижного фосфора (по Кирсанову) – 354,8, обменного калия (по Кирсанову) – 154,4 мг/кг почвы, гидролитической кислотностью – 1,08 мг-экв/100 г почвы, обменной кислотностью – 6,12, что характеризует ее как хорошо окультуренную.

Содержание гумуса определяли по методу И.В. Тюрина в модификации ЦИНАО, баланс гумуса – расчетным методом (по углероду), урожайность культур учитывали сплошным методом на всех делянках опыта. Исследования проводились с использованием научного оборудования ЦКП «Агротехнологии».

Особенностью погодных условий 2006-2008 гг. было несколько меньшее суммарное количество атмосферных осадков при повышенной температуре по сравнению со средними многолетними данными. За период исследований 2009-2011 гг. суммарное количество осадков было практически на уровне средних многолетних данных, однако 2010 год характеризовался как засушливый с высокими температурами летнего периода. В целом погодные условия в отдельные годы могли негативно сказаться на величине и качестве урожая культур.

Результаты и их обсуждение

Роль гумуса в повышении плодородия почвы трудно переоценить. Он является источником многих питательных элементов для растений, улучшает физические и химические свойства почвы, активизирует почвенную биоту.

Баланс гумуса складывается из величины поступления в почву органического вещества

и расхода гумуса за определенный промежуток времени или на определенной площади. Баланс гумуса в почве может быть бездефицитным, когда его приход в результате гумификации свежих растительных остатков и органических удобрений полностью уравнивает расход за счет минерализации и эрозии почвы. Баланс считается положительным, когда приход вновь образованного гумуса превышает его расход, и отрицательным, когда приход гумуса не компенсирует его потери.

В целом за период шестилетних исследований был установлен положительный баланс гумуса на всех вариантах удобрений, однако его интенсивность была различна: наибольшая отмечалась на контроле – экстенсивной системе (112%), при интенсификации системы удобрений его значения снижались на среднеинтенсивной – на 7,8%, на высокоинтенсивной – на 9,2% в сравнении с контролем (табл. 1). Это объясняется повышением минерализации гумуса и выноса элементов питания с увеличением урожайности выращиваемых культур на интенсивных фонах питания. Причем усиление минерализации на них (в среднем на 31%) не компенсировалось увеличением гумусонакопления (в среднем на 21%).

Заслуживает особого внимания тот факт, что если гипотетически из систем удобрений исключить внесение в почву побочной продукции выращиваемых сельскохозяйственных культур, резко сократив источник гумусообразования, то баланс гумуса будет перманентно отрицательным. Причем в этом случае также сохранится закономерность меньшего снижения интенсивности гумусового баланса на экстенсивной системе удобрений в сравнении с интенсивными. Это говорит о необходимости применения побочной продукции выращиваемых культур в качестве органического удобрения и элемента биологизации технологии в целом.

Таблица 1

Баланс гумуса за 6-летний период исследований (2006-2011 гг.)

Показатели баланса	Варианты систем удобрений											
	экстенсивная биологизованная, «У ₁ »				среднеинтенсивная биологизованная, «У ₂ »				высокоинтенсивная биологизованная, «У ₃ »			
	по схеме опыта		без побочной продукции на удобрение		по схеме опыта		без побочной продукции на удобрение		по схеме опыта		без побочной продукции на удобрение	
	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
Минерализация гумуса	81,3	0,271	81,3	0,271	100,3	0,334	100,3	0,334	112,8	0,376	112,8	0,376
Гумусообразование	91,0	0,303	36,1	0,120	104,4	0,348	40,5	0,135	115,9	0,386	41,8	0,139
Баланс, +/-	+9,7	+0,032	-45,2	-0,151	+4,1	+0,014	-59,8	-0,199	+3,1	+0,010	-71,0	-0,237
Интенсивность баланса, %	111,9	-	44,4	-	104,1	-	40,4	-	102,7	-	37,1	-

Если рассмотреть динамику гумусового баланса по годам, то стоит отметить его отрицательные значения под посадками картофеля 2006 и 2011 гг., что объясняется невысоким количеством и низким процентом гумификации его растительных остатков и побочной продукции. Отрицательный баланс также наблюдался и в посеве вико-овсяной смеси 2009 г., что связано с полным отсутствием побочной продукции, так как вся выращенная масса отчуждалась с поля. При этом достаточное количество пожнивнокорневых остатков и азотфиксирующая способность вики обеспечили сдвиг баланса гумуса в отрицательную сторону не сильнее, чем в посадках картофеля (рис. а). Выращивание зерновых культур, особенно озимой тритикале, обеспечило положительный баланс гумуса за счет большого количества побочной продукции – соломы.

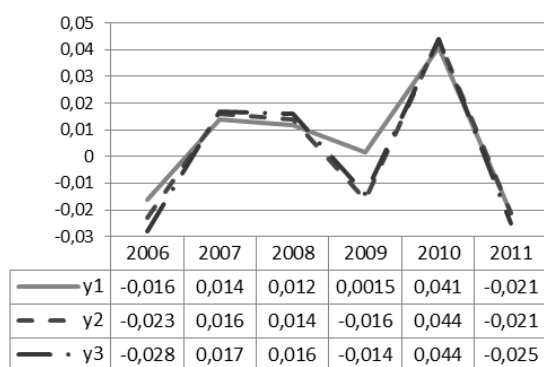
Динамика баланса гумуса по годам исследований вполне соотносится с фактическим содержанием гумуса в почве, когда отмечались снижение содержания в годы выращивания картофеля и вико-овсяной смеси и повышение – в годы выращивания зерновых. Причем существенно больше гумуса содержалось в почве на экстенсивном фоне питания в 2008 и 2011 гг. в сравнении с интенсивными (рис. б).

Также стоит отметить, что, несмотря на применение только побочной продукции по-

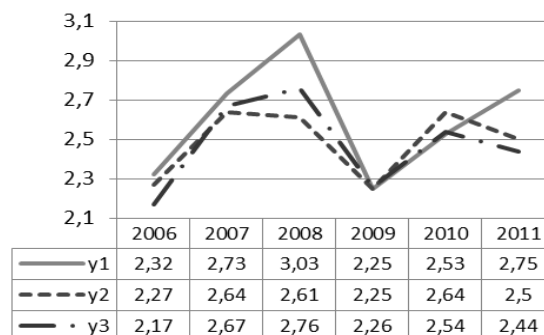
левых культур в качестве удобрения на экстенсивном фоне, урожайность возделываемых культур была на достаточно высоком уровне и не имела существенных различий с вариантами интенсивных систем удобрений при выращивании вико-овсяной смеси (2009) и озимой тритикале (2010), но отмечалось ее значительное снижение при выращивании остальных культур (табл. 2).

Заключение

Таким образом, неотъемлемой частью биологизированных систем удобрений в дерново-подзолистых супесчаных почвах должно стать использование побочной продукции возделываемых культур в качестве органического удобрения, что позволит не только поддерживать урожайность последующих культур на достаточно высоком уровне, но и обеспечить расширенное воспроизводство почвенного плодородия в части его гумусового состояния. Не стоит забывать при этом, что данный прием биологизации является еще и ресурсосберегающим, так как исключает дополнительные затраты на вывоз и утилизацию с полей побочной продукции. Применение минеральных форм удобрений в дополнение к органической целесообразно для значительного повышения урожайности выращиваемых культур.



а



б

Рис. Зависимость баланса гумуса (а) и содержания гумуса в слое почвы 0-20 см (б) от применяемых систем удобрений, %

Таблица 2

Урожайность основной продукции полевых культур в зависимости от системы удобрений, т/га

Варианты систем удобрений	Год, культура					
	2006, картофель	2007, яровая пшеница	2008, яровая пшеница	2009, однолетние травы	2010, озимая тритикале	2011, картофель
Экстенсивная биологизированная, «У ₁ »	18,54	2,37	1,88	23,07	3,33	23,90
Среднеинтенсивная биологизированная, «У ₂ »	26,35	2,84	2,47	24,49	3,51	24,00
Высокоинтенсивная биологизированная, «У ₃ »	31,03	3,48	2,78	20,85	3,82	28,89
НСР ₀₅	1,52	0,22	0,10	Fφ<F ₀₅	Fφ<F ₀₅	3,77

Библиографический список

1. Миннихметов И.С., Мурзабулатов Б.С. Содержание гумуса в черноземе выщелоченном в различных севооборотах в условиях южной лесостепи Республики Башкортостан // Вестник Башкирского государственного университета. – 2013. – № 1 (25). – С. 19-20.
2. Копысов И.Я., Тюлькин А.В., Тихонов В.В. Агрохимические свойства дерново-подзолистых почв в условиях антропогенного воздействия // Земледелие. – 2010. – № 7. – С. 23-25.
3. Аюпов З.З., Анохина Н.С., Адамовская М.Н. Подвижность гумусовых веществ и ферментативная активность чернозема выщелоченного в зависимости от приемов основной обработки почвы и внесения удобрений // Вестник Башкирского государственного университета. – 2013. – № 1 (25). – С. 7-10.
4. Власова О.И., Дорошко Г.Р., Передериева В.М. Основы адаптивно-дифференцированной системы обработки почвы // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № 2. – С. 45-52.
5. Тиранова Л.В., Тиранов А.Б. Влияние органоминеральных удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность агроэкосистем в условиях Новгородской области // Агро XXI. – 2012. – № 04-06. – С. 28.
6. Наумкин В.Н., Хлопяников А.М., Наумкин А.В. и др. Направления биологизации земледелия в Центральном регионе // Земледелие. – 2010. – № 4. – С. 5-7.
7. Исаичева У.А., Труфанов А.М., Смирнов Б.А., Шаталов М.П., Дугин А.Н. Роль обработки, удобрений и защиты растений в управлении биологическими свойствами почвы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 5. – С. 30-33.

References

1. Minniakhmetov I.S., Murzabulatov B.S. Soderzhanie gumusa v chernozeme vyshchelochennom v razlichnykh sevooborotakh v usloviyakh yuzhnoi lesostepi Respubliki Bashkortostan // Vestnik Bashkirskego gosudarstvennogo universiteta. – 2013. – № 1 (25). – S. 19-20.
2. Kopysov I.Ya., Tyul'kin A.V., Tikhonov V.V. Agrokhimicheskie svoistva dernovo-podzolistykh pochv v usloviyakh antropogennogo vozdeistviya // Zemledelie. – 2010. – № 7. – S. 23-25.
3. Ayupov Z.Z., Anokhina N.S., Adamovskaya M.N. Podvizhnost' gumusovykh veshchestv i fermentativnaya aktivnost' chernozema vyshchelochennogo v zavisimosti ot priemov osnovnoi obrabotki pochvy i vneseniya udobrenii // Vestnik Bashkirskego gosudarstvennogo universiteta. – 2013. – № 1 (25). – S. 7-10.
4. Vlasova O.I., Dorozhko G.R., Perederieva V.M. Osnovy adaptivno-differentsirovannoi sistemy obrabotki pochvy // Vestnik APK Stavropol'ya. – 2015. – № 2. – S. 45-52.
5. Tiranova L.V., Tiranov A.B. Vliyanie organomineral'nykh udobrenii na plodorodie dernovo-podzolistoï pochvy i produktivnost' agroekosistem v usloviyakh Novgorodskoi oblasti // Agro XXI. – 2012. – № 04-06. – S. 28.
6. Naumkin V.N., Khlopyanikov A.M., Naumkin A.V. Napravleniya biologizatsii zemledeliya v Tsentral'nom regione // Zemledelie. – 2010. – № 4. – S. 5-7.
7. Isaicheva U.A., Trufanov A.M., Smirnov B.A., Shatalov M.P., Dugin A.N. Rol' obrabotki, udobrenii i zashchity rastenii v upravlenii biologicheskimi svoistvami pochvy // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 5. – S. 30-33.



УДК 631.452 (571.15)

**Е.Г. Пивоварова, Е.В. Кононцева,
Ж.Г. Хлуденцов, Е.М. Комякова
Ye.G. Pivovarova, Ye.V. Konontseva,
J.G. Khludentsov, Ye.M. Komyakova**

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ И АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ
ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА УВАЛИСТО-ХОЛМИСТЫХ ПРЕДГОРИЙ АЛТАЯ**

**THE CURRENT STATE OF SOILS AND ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF SOIL COVER
OF ROLLING STEEPLY-SLOPING FOOTHILLS OF THE ALTAI MOUNTAINS**

Ключевые слова: почвообразование, почвенный покров, антропогенная трансформация, агрогенные почвы, эрозия, дефляция, классификация.

Keywords: soil formation, soil cover, anthropogenic transformation, agrogenic soils, erosion, deflation, classification.