

24. Balabolkin M.I., Mkrtumyan A.M., Kreminskaya V.M. A report on a clinical study of the effect of the autonomous electrostimulator of the gastrointestinal tract and mucous membranes – the «electronic normalizer» on carbohydrate and lipid metabolism, as well as on the secretory function of certain endocrine glands. *Department of endocrinology and diabetology of Moscow Medical Academy named after Sechenov*. 1992. Available at: http://www.npoecomед.com/index_old.htm. (accessed 9 June 2018).

25. Balabolkin M.I., Levitinskaya Z.I., Nedosugova L.V., Petunina N.A., Mkrtumyan A.M. Report on the second stage of a clinical trial of an autonomous electrostimulator of the gastrointestinal tract and mucous membranes (AES GIT and CO). *Endocrinological Scientific Center of the Russian Academy of Medical Sciences*. 1992. Available at: http://www.npoecomед.com/index_old.htm. (accessed 9 June 2018).

26. Shamarin V.M., Kukushkin S.K., Manoshkina E.M. Preliminary report on the topic: «The program of clinical trials to study the effect of the electronic normalizer, produced by NPO Ecomed (with the processor MASI431116.002) on the state of lipid metabolism, quality of life and psychological status of the liquidators of the Chernobyl NPP». *State research center for preventive medicine of the Ministry of Health of the Russian Federation*. Moscow 1997. Available at: http://www.npoecomед.com/index_old.htm. (accessed 9 June 2018).

27. Novikov Yu.K. Report on the topic: «Clinical testing of autonomous electrostimulator of the gastrointestinal tract and mucous membranes (AES GIT and CO) in patients with bronchial asthma». *Research Institute of Pulmonology of the Ministry of Health of the Russian Federation*. Available at: http://www.npoecomед.com/index_old.htm. (accessed 9 June 2018).

Поддержание плодородия почв с помощью органического удобрения из отходов переработки вегетативной массы сеяных бобовых трав

academquality.ru



В.В. Киреева

д.б.н., профессор кафедры «Безопасность технологических процессов и производств» Донского государственного технического университета; г. Ростов-на-Дону e-mail: valeriakireeva@gmail.com



Т.Г. Рассказова

аспирант кафедры «Безопасность технологических процессов и производств» Донского государственного технического университета; г. Ростов-на-Дону

Аннотация. В работе представлены результаты разработки способа получения органического удобрения из отходов переработки вегетативной массы бобовых трав. Приведены данные химического состава почвы, урожайности зеленой массы люцерны за вегетационный период после введения полученного удобрения. Установлено, что разработанный метод способствует снижению истощения почвы и поддержанию ее плодородия.

Ключевые слова: почвенный покров, истощение, плодородие, гумус, органические удобрения, коричневый сок растений.

Введение

Источником высокой производительности чернозема является его богатство органическим веществом.

Нарушение равновесия, связанное с сокращением поступления органических веществ с пожнивными и корневыми остатками возделываемых культур, вызывает процессы дегумификации [1, 2].

Содержащиеся в почве органические вещества – это белки, липиды, дубильные соединения, воски, фенолы, смолы, ферменты и углеводы (моно- и дисахариды, пектиновые вещества, целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин).

Углеводам принадлежит особое значение в почвообразовании [3]. Они участвуют:

- в формировании почвенной структуры – образовании водопрочных агрегатов благодаря клеящим свойствам микробной слизи, в состав которой входят углеводы;



- в ускорении разложения минералов за счет образования хелатных соединений;
- в ионообменных процессах, повышающих поглотительную способность почвы;
- в питании растений через корневое всасывание моносахаридов и образующихся вторичных соединений – полисахаридов;
- в ускорении микробной трансформации гумусовых веществ в присутствии углеводов – источника энергии и углерода.

Лигнин характеризуется наличием бензольных колец с гидроксильными (ОН) и метоксильными (ОСН₃) группами – необходимыми структурными компонентами веществ гумуса.

Важным элементом для питания растений является фосфор. Лучше всего растениями усваиваются водорастворимые соединения фосфора и растворимые в слабых кислотах.

Белки и аминокислоты – основные химические соединения, содержащие фосфор и азот. В процессах почвообразования белки расщепляются под действием протеолитических и дезаминирующих ферментов до свободных или связанных аминокислот, которые являются структурными элементами в белковом синтезе, субстратом эндогенного дыхания, участвуют в регуляции ферментативных реакций. Состав почвенных аминокислот коррелирует с запасами гумуса, общего и гидролизующего азота [4].

Источником минерального питания являются зольные вещества, в состав которых входят *Ca, Mg, K, Na, Si, H, S, Fe, Al, Mn* и другие микроэлементы.

Снижение содержания гумуса в почве происходит не только при изъятии органических веществ с урожаем, но и в результате обработок почвы и применения минеральных удобрений. Для предотвращения этого процесса необходимо следить за соблюдением гумусового баланса в почве. Чтобы восполнить потери гумуса при минерализации (разложении), в почву вносят органическое вещество с удобрениями.

Органические удобрения обеспечивают стабилизацию почвенного плодородия. Они являются основным энергетическим веществом почвы. При превращениях органических веществ происходят процессы гумификации, увеличения запасов гумуса, азота, макро- и микроэлементов, которые содержатся во всех видах органических удобрений.

Органические удобрения обогащают почву микрофлорой, усиливают биологическую активность и выделение углекислого газа, создают оптимальные условия для питания растений. Их внесение в почву способствует закрепле-

нию в почвенном горизонте химических веществ, улучшает ее общее фитосанитарное состояние [5].

В качестве органических удобрений в сельском хозяйстве используются сидераты (зеленые удобрения), торф, навоз и компосты. Разработаны способы получения удобрений из отходов пищевых и сельскохозяйственных производств, вносимых для улучшения питания растений, защиты от фитопатогенных микроорганизмов, уменьшения потерь сельхозпродукции. Существуют данные о применении в качестве органических удобрений коммунально-бытовых отходов, осадков сточных вод и др. [6].

Способ получения экологически чистого удобрения и одновременной утилизации отходов деревообработки хвойных пород деревьев включает смешивание конского или коровьего навоза, птичьего помета, коры, опилок, стружки, заселение дождевыми червями [7].

Способ производства сидерально-сапропелевого удобрения из зеленой массы луговых трав и сапропеля предполагает смешивание измельченной зеленой массы дикорастущих трав в фазе до цветения размером 5 мм с малозольным биогенным типом озерного сапропеля [8].

Существующий в настоящее время дефицит белка в кормах для животных создает необходимость комплексного использования растительных ресурсов, при котором должны использоваться все продукты переработки, в том числе отходы.

В ДГТУ разработана технология комплексной переработки вегетативной массы люцерны с получением кормов для сельскохозяйственных животных [9, 10]. Отходом данного процесса является депротеинизированный коричневый сок, остающийся после отделения белковой фракции из зеленого сока вегетативной массы. Возможный путь утилизации коричневого сока – вернуть его на поля, с которых были убраны сельскохозяйственные культуры. Значительное содержание легко усваиваемых веществ – углеводов, азотистых соединений, минеральных веществ – определяет возможность его использования как сырья для приготовления жидкого органического удобрения и возврата в почву после уборки вегетативной массы растений на зеленый корм.

В этой связи целью работы явилось изучение возможности использования жидкого органического удобрения из отходов переработки листоватой массы люцерны и его влияния на поддержание плодородия почвы.

Экспериментальная часть

Для получения органического удобрения в экспериментах использовалась листовая масса люцерны посевной (*Medicago sativa L.*) сорта «маньчская», скошенная в фазе бутонизации – начала цветения. Переработку вегетативной массы проводили по технологии влажного фракционирования [9]. В виде побочного продукта образовывался депротеинизированный коричневый сок, являющийся отходом производства. Депротеинизированный коричневый сок использовался для приготовления жидкого удобрения и внесения на поля, с которых была убрана вегетативная масса люцерны.

Химический анализ полученного удобрения подвергался анализу состава и потенциальной безвредности общепринятыми методами. Определение общего азота и массовой доли протеина проводилось по методу Кьельдаля, клетчатки – по остатку, полученному после обработки пробы слабыми растворами кислот и щелочей, золы – озолением при температуре 500...600 °С, легкогидролизуемых углеводов (растворимых сахаров) – после 4-часового нагрева с 2 %-ным водным раствором *NaOH* при температуре 100 °С. Содержание сахарозы определяли после ее инверсии, фосфора – колориметрическим, кальция – титриметрическим методом [11].

Образцы почвы отбирались после окончания вегетационного периода и подвергались анализу. Химический состав почвы определялся в лаборатории кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ЮФУ. Определение содержания веществ, составляющих плодородие почвы – гумуса проводилось по методу Тюрина И.В., подвижного азота – Тюрина И.В., Кононовой М.М., поглощенного калия, подвижной формы фосфорной кислоты – по методу Могичинского К.Н. [12].

Удобрение из коричневого сока вносилось в междурядья люцерны после 3-го укоса зеленой массы в количестве, полученном с единицы площади за сезон. Почва участка в начале и конце периода вегетации без внесения удобрения была контрольной. Показатели плодородия почвы и урожайность зеленой массы люцерны за вегетационный период определяли на следующий год после 3-го укоса.

При изучении химического состава коричневого сока из вегетативной массы люцерны установлено, что в его сухом веществе содержится значительное количество доступного азота, легкогидролизуемых углеводов (полисахаридов), зольных элементов, кальция, фосфора, обменного калия (табл. 1).

Таблица 1.

Химический состав органического удобрения из коричневого сока люцерны

Компоненты	Единица измерения	Содержание
Общий азот	%	2,75...2,84
Протеин	%	17,00...17,75
Клетчатка	%	10,00...10,12
Зола	%	16,57...16,78
Легкогидролизуемые углеводы	%	10,91...12,84
Фосфор	%	0,13...0,37
Калий	мг	352...421
Кальций	%	4,0...4,42
Глюкоза	%	1,13...1,15
Галактоза	%	0,20...0,22
Арабиноза	%	0,20...0,21

При определении качественного состава и количественного содержания моносахаридов в легкогидролизуемых углеводах коричневого сока выявлено содержание глюкозы, галактозы и арабинозы в количестве 1,15%, 0,22% и 0,21% соответственно, а также следовые количества рибозы, сахарозы и фруктозы.

Люцерна требовательна к плодородию почвы. Для высокой продуктивности и симбиотической активности гибридных сортов люцерны необходим определенный запас элементов питания в почве: минимальная обеспеченность почвы подвижным фосфором составляет 140 мг/кг, обменным калием – 160 мг/кг, подвижным бором – 1 мг/кг, молибденом – 0,5 мг/кг. Если содержание какого-то элемента ниже требуемого уровня, его нужно пополнять внесением удобрений [5].

При анализе химического состава почвы после внесения полученного удобрения определяли содержание подвижных форм гумуса, азота, общего, органического и неорганического углерода, фосфора, калия и как наиболее доступных для корневого питания.

Углерод водорастворимого гумуса – это подвижная его часть, образующаяся из продуктов разложения растительных остатков и вторично образованных веществ гумуса, которые способны переходить в растворимую форму. Данная часть гумуса формирует эффективное почвенное плодородие, является энергетическим материалом и источником питания для растений и почвенных микроорганизмов [3].

В исходной почве в конце периода вегетации, несмотря на увеличение количества расти-



тельных остатков люцерны, образование гумуса, форм его углерода, подвижного азота, соединений фосфора и калия было ниже по сравнению с почвой в начале вегетации, в результате удаления их с урожаем скошенной зеленой массы люцерны (табл. 2).

После внесения органического удобрения из коричневого сока люцерны содержание химических элементов почвы, в результате возврата изъятых с урожаем веществ, увеличивалось, было на том же уровне и даже немного выше, чем в образцах исходной почвы в начале вегетации.

При использовании удобрения под люцерну ее урожайность возросла за год пользования травостоем по сравнению с урожаем на контрольном участке без введения удобрения.

Заключение. Образующийся при комплексной переработке листостебельной массы люцерны отход – коричневый сок содержит значитель-

ное количество доступного азота, углеводов, зольных элементов, что позволяет использовать его как сырье для получения органического удобрения.

При использовании органического удобрения содержание гумуса и химических элементов почвы повышалось до того же уровня, что в исходной почве в начале вегетации без внесения удобрений.

На удобренном участке урожайность листостебельной массы люцерны за три укоса возросла по сравнению с контролем.

Полученные результаты позволили сделать вывод, что разработанный способ комплексного использования растительных ресурсов с утилизацией образующихся отходов, помимо корма для сельскохозяйственных животных, позволит получать органическое удобрение, способствующее снижению истощения почвы и поддержанию ее плодородия.

Таблица 2.

Химический состав почвы при внесении удобрения

Показатель	Единицы измерения	Варианты опыта		
		Исходная почва, начало вегетации	Исходная почва, конец вегетации	Почва после внесения удобрения
Гумус	%	4,382	4,315	4,557
Углерод гумуса водорастворимого	% углерода	0,0147	0,0108	0,0202
Углерод общий	%	2,617	2,608	3,362
Углерод органический	%	2,542	2,526	3,223
Углерод неорганический	%	0,076	0,062	0,138
Подвижный азот	мг/100 г	0,16	0,10	0,17
K ₂ O	мг/кг	54,02	13,79	30,99
P ₂ O ₅	мг/кг	470,73	337,23	389,87

Литература

1. Сухомлинова Н.Б., Суханова А.В. Экологическая оценка состояния земель в агроландшафтах Ростовской области // Технические науки – от теории к практике. – 2016. – № 56. – С. 75–78.

2. Киреева, В.В., Рассказова Т.Г. Изучение качественных характеристик почв и разработка способа повышения их плодородия // Качество и жизнь. – 2017. – № 4. – С. 67–71.

3. Шарков И.Н., Бреус И.П., Данилова А.А. Роль легкоминерализуемого органического вещества в стабилизации запасов углерода в пахотных почвах // Сибирский экологический журнал. – 1994. – № 4. – С. 363–368.

4. Фрунзе Н.И. Разнообразие аминокислот чернозема типичного // Почвоведение. – 2014. – № 12. – С. 1483–1489.

5. Соснина И.Д. Влияние видов органических и минеральных удобрений на урожайность зерновых, продуктивность пашни и сохранения плодородия почвы // Достижения науки и техники агропромышленного комплекса. – 2015. – № 5. – С. 32–33.

6. Патент N 2318784(RU): C05F511/08. Способ получения комплексного микроорганического удобрения / В.К. Чеботарь, А.Е. Казаков, С.В. Ерофеев, Т.Н. Данилова, Т.С. Наумкина, О.Ю. Штарк, И.А. Тихонович, А.Ю. Борисов. Опубликовано: 10.03.2008.

7. Патент N 2337085(RU): C05F3. Способ получения органического удобрения из отходов деревообработки хвойных пород / В.П. Тертычный URL:<http://www.findpatent.ru/patent/233/2337085.html> © FindPatent.ru – патентный поиск, 2012–2016.

8. Патент N 2350586 (RU): C05F11/00. Способ производства сидерально-сапропелевого удобрения / А.Ф. Абрамов. Опубликовано: 27.03.2009.

9. Киреева В.В. Утилизация вегетативной массы сельскохозяйственных растений с получением кормов для животных.: Ростов-на-Дону, 2015. Депонировано в ВИНТИ 25.12.15, № 220-В 2015. 162 с.

10. Киреева В.В., Рассказова Т.Г., Сербулова Н.М. Способ получения органического удобрения из отходов полеводства для поддержания почвенного плодородия // Устойчивое развитие горных территорий. – 2018. – № 3. – С. 176–187.

11. Лебедев, П.Т., Усович А.Т. Методы исследования кормов, органов и тканей животных. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 389 с.

12. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв– М.: Изд-во МГУ, 1970. – 419 с.

Maintenance of Fertility of Soils by Means of Organic Fertilizer from Waste of Processing of Vegetative Mass of Artificial Bean Herbs

V.V. Kireeva, doctor of biological sciences, professor of department «Safety of technological processes and productions» of Don state technical university; Rostov-on-Don

e-mail: valeriakireeva@gmail.com

T.G. Rasskazova, graduate student of department «Safety of technological processes and productions» of Don state technical university; Rostov-on-Don

Summary. In work results of development of a way of receiving organic fertilizer from waste of processing of vegetative mass of bean herbs are presented. Data of the chemical composition of the soil, productivity of green material of a lucerne for the vegetative period after introduction of the received fertilizer are provided. It is established that use of the developed way promotes decrease in exhaustion of the soil and maintenance of its fertility.

Keywords: soil cover, exhaustion, fertility, humus, organic fertilizers, brown juice of plants.

References:

1. Sukhomlinova N.B., Sukhanova A.V. Ecological assessment of a condition of lands in agrolandscapes of the Rostov region. *Technical science – from the theory to practice*. 2016, No. 56. pp. 75–78.

2. Kireeva, V.V., Rasskazova T. G. Studying of qualitative characteristics of soils and development of a way of increase in their fertility. *Quality and life*. 2017, No. 4. pp. 67–71.

3. Sharkov I.N., Breus I. P., Danilova A.A. Rol of the easily mineralized organic matter in stabilization of reserves of carbon in arable soils. *Siberian ecological magazine*. 1994, No. 4. pp. 363–368.

4. Frunze N.I. Raznoobraziye of amino acids of the chernozem typical. *Soil science*. 2014, No. 12. pp.1483–1489.

5. Sosnina I.D. Influence of types of organic and mineral fertilizers on productivity grain, efficiency of an arable land and maintaining fertility of the soil. *Achievements of science and technology of agro-industrial complex*. 2015, No. 5. pp. 32–33.

6. Chebotar V.K., Kazakov A.E., Eropheev S.V., Danilova T.N., Naumkina T.S., Shtark O.Yu., Tikhonovich I.A., Borisov A.Yu. Way of receiving complex mikro organic fertilizer. Patent RF N 2318784(RU): C05F511/08, 2008.

7. Tertychny V.P. A way of receiving organic fertilizer from waste of woodworking of coniferous breeds. Patent RF N 2337085(RU):C05F3. Available at: <http://www.findpatent.ru/patent/233/2337085.html>

8. Abramov A.F. Way of production of sideralno-sapropelic fertilizer. Patent RF N 2350586 (RU): C05F11/00, 2009.

9. Kireeva V.V. Utilization of vegetative mass of agricultural plants with receiving forages for animals. Rostov-on-Don, 2015. 162 p.

10. Kireeva V.V., Rasskazova T.G., Sербулова N.M. A way of receiving organic fertilizer from waste of field husbandry for maintenance of soil fertility. *Sustainable development of mountain territories*. 2018, No. 3. pp. 176–187.

11. Lebedev, P.T., Usovich A.T. Methods of a research of forages, bodies and tissues of animals. *Rosselkhozizdat*. Moscow 1976. 389 p.

12. Arinushkina E.V. Guide to the chemical analysis of soils. *Publishing house of Moscow State University*. 1970. 419 p.