

УДК 631.417.1

СОДЕРЖАНИЕ И ЗАПАСЫ УГЛЕРОДА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В АГРОЦЕНОЗАХ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Власенко О.А.

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

Аннотация: В статье показана интенсивность и удельная скорость разложения растительных остатков, динамика содержания и запасы углерода различных компонентов органического вещества почвы в агроценозах многолетних бобовых трав Красноярской лесостепи.

Ключевые слова: разложение, растительные остатки, многолетние травы, лабильное органическое вещество, подвижный гумус, запасы углерода.

THE CONTENT AND THE STOCKS OF THE CARBON OF ORGANIC MATTER IN AGRO-ECOSYSTEMS OF PERENNIAL GRASSES IN THE KRASNOYARSK FOREST-STEPPE

Vlasenko O.A.

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

Abstract: the article shows the intensity and specific velocity decomposition of plant residues, the dynamics of content and carbon stocks of the different components of soil organic matter in agro-ecosystems of perennial legume grasses in the Krasnoyarsk forest-steppe.

Keywords: decomposition, plant residues, perennial grasses, labile organic matter, mobile humus, carbon stocks.

По современным представлениям важную роль в создании почвенного плодородия играют подвижные гумусовые вещества. С одной стороны они способны быстро вовлекаться в минерализационный поток и участвовать в питании растений, с другой стороны, в процессе гумификации, они пополняют стабильную часть гумуса [4,6,7]. Главным источником подвижного органического вещества почвы являются остатки растений. Низкое поступление растительных остатков в почву, одна из основных причин снижения концентрации гумусовых веществ [6,7,8]. Внедрение многолетних трав в структуру пашни успешно помогает решать проблему возобновления почвенного плодородия. За несколько лет пребывания бобовых трав на одном поле создается мощный корнеобитаемый слой, хорошая структура почвы, накапливается значительная масса растительных остатков, создаются аэробные условия на большой глубине. Все это ведет к существенному улучшению биологических, агрофизических и химических показателей плодородия,

фитосанитарного состояния почвы, благодаря бобовым растениям с помощью клубеньковых бактерий в почве накапливается азот [5].

Результаты данной работы позволяют оценить интенсивность и удельную скорость разложения растительных остатков (таблица 1), охарактеризовать динамику (таблица 2) и структуру запасов (таблица 3) подвижного органического вещества чернозема при возделывании многолетних трав в условиях Красноярской лесостепи. Исследования проводились с 2009 по 2012 годы. Отбор проб осуществлялся 1 раз в месяц с мая по сентябрь. В качестве объектов исследования были выбраны агроценозы многолетних кормовых бобовых трав на комплексе черноземов выщелоченных и обыкновенных тяжелосуглинистых в пределах северной части Красноярской лесостепи ($56^{\circ} 76'$ с.ш.). Пробная площадь № 1 – агроценоз эспарцета песчаного 2 - 4 летнего возраста сорта Песчаный 1 (производственный участок УНПК «Борский» Красноярского ГАУ). Пробная площадь № 2 – агроценоз клевера лугового 2 - 3 летнего возраста сорта СибНИИК 10 (опытное поле Красноярского ГАУ). Предшественники зерновые. Погодно-климатические условия периода вегетации с 2009 по 2011 годы можно охарактеризовать как благоприятные (ГТК = 1,1 – 1,3), а вегетационный период 2012 года был более засушливый и жаркий (ГТК = 0,8) по сравнению со среднемноголетними показателями в Красноярской лесостепи. Почвы выбранных участков исследований характеризовались схожими агрохимическими свойствами. Изученные черноземы имеют среднемощный и мощный гумусовый горизонт, среднее содержание гумуса (4,7 - 5,8 %), распределение гумуса по профилю почвы постепенно убывающее. Емкость катионного обмена в гумусовом горизонте высокая и очень высокая от 32 до 48 мг-экв/100 г почвы. Реакция среды варьирует от близкой к нейтральной в верхней части профиля, до слабощелочной в материнской породе.

Учет надземного растительного вещества проводили методом укусов, подземного – методом монолитов в 4-х кратной повторности. Фракции растительного вещества доводили до воздушно-сухого состояния и взвешивали, расчет интенсивности и удельной скорости разложения растительных остатков проводили с помощью балансовых уравнений [2]. Содержание углерода лабильного органического вещества (Слов) определяли с помощью ближней инфракрасной спектроскопии. Содержание углерода гумуса определяли микрохромовым методом И.В. Тюрина. Углерод водорастворимого ОВ (C_{H_2O}) - методом бихроматной окисляемости, щелочегидролизуемого (C_{NaOH} и в его составе Сгк, Сфк) - в 0,1 н NaOH - вытяжке по И.В. Тюрину в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой [1].

Процессы трансформации растительных остатков и пути превращения их в гумусовые вещества очень многообразны. Тесно связанные между собой процессы минерализации и гумификации в почве зависят от условий увлажнения, воздушного и теплового режимов, количества и химического состава растительных остатков, активности микроорганизмов, в агроценозах дополнительное влияние оказывает применяемая агротехника [3,4,6,7,8].

Динамика интенсивности разложения мортмассы в слое почвы 0-20 см во многом совпадает с динамикой поступления растительных остатков. Коэффициент корреляции между интенсивностью поступления и разложения мортмассы в агроценозе клевера 0,58, в агроценозе эспарцета 0,75. Максимальная интенсивность разложения до 4,3 т/г в агроценозах отмечена в начале вегетации, когда в почве активизируются микробиологические процессы и велики запасы прошлогодней мортмассы.

Таблица 1 – Разложение растительных остатков в агроценозах клевера лугового и эспарцета песчаного

Срок отбора	Интенсивность разложения т/га*период		Удельная скорость разложения мг/г*сутки	
	клевер	эспарцет	клевер	эспарцет
Май-июнь	4,26	4,42	148,43	75,17
Июнь-июль	2,81	2,13	90,76	126,79
Июль-август	1,75	2,35	216,05	33,91
Август-сентябрь	1,12	3,02	96,89	108,32
<i>Всего за сезон</i>	<i>9,94</i>	<i>11,92</i>	-	-
<i>Средняя</i>	<i>2,49</i>	<i>2,98</i>	<i>138,03</i>	<i>86,05</i>

В агроценозе эспарцета интенсивность разложения остается на высоком уровне в течение всей вегетации, что связано с большими запасами растительного вещества, а в агроценозе клевера интенсивность разложения постепенно падает к концу сезона, что связано с более низким поступлением растительных остатков в почву [3]. В целом за вегетационный сезон в агроценозе клевера интенсивность разложения растительных остатков составила около 10 т/га, в агроценозе эспарцета – 12 т/га.

Удельная скорость разложения растительных остатков очень динамичный показатель, он зависит от химического состава опада, внешних условий и активности микроорганизмов. Средняя удельная скорость разложения мортмассы в агроценозе эспарцета 86 мг из 1 г в сутки, в агроценозе клевера – 138 мг из 1 г в сутки. Таким образом, количество растительного опада и интенсивность его разложения в агроценозе клевера были низкими, по сравнению с агроценозом эспарцета, а удельная скорость разложения мортмассы, напротив, была самая высокая. Остатки клевера разлагаются гораздо быстрее, что возможно связано, с отсутствием одревесневших побегов и более узким отношением C/N, по сравнению с эспарцетом. Это подтверждается экспериментально, по результатам наших исследований, содержание углерода в мелкой мортмассе клевера составило 36,5%, в мортмассе эспарцета – 41,2%.

Поступившие в почву и частично разложившиеся растительные остатки, мы относим к лабильному органическому веществу (Слов), эти остатки и далее продолжают подвергаться процессам более глубокой трансформации с

участием микроорганизмов и переходить в состав гумусовых веществ. Как известно по степени подвижности или доступности для микроорганизмов углерод гумуса почвы можно разделить на две составляющие. Первая, это консервативная часть углерода гумуса (C стабильного гумуса), которая прочно связана с твердой фазой почвы, поэтому минерализуется и высвобождает биологически активные вещества медленно, практически не участвуя в питании растений. Вторая, это подвижная часть углерода гумуса ($C_{пов}$), которая представлена продуктами разложения растительных остатков и новообразованными гумусовыми веществами, которые легко переходят в растворимую форму. Сюда мы относим водорастворимый углерод гумуса (C_{H_2O}) и углерод гумуса, растворимый в слабой щелочи (C_{NaOH}) [6,7]. Эта часть гумуса почвы, формирует эффективное плодородие, являясь непосредственным источником элементов питания для растений и энергетическим материалом для микроорганизмов. Следовательно, при сельскохозяйственном использовании почв в подвижной части гумусовых веществ наиболее интенсивно протекают процессы разложения и синтеза.

Таблица 2 – Динамика содержания углерода подвижного органического вещества, мг/100 г

Срок отбора	$C_{пов}$					
	C_{H_2O}		C_{NaOH}			
	клевер	эспарцет	$C_{гк}$		$C_{фк}$	
клевер			эспарцет	клевер	эспарцет	
Май	56,7	100,9	259,0	366,3	255,6	260,9
Июнь	23,3	81,8	272,0	338,6	199,8	147,0
Июль	75,0	97,2	349,7	360,8	202,5	141,5
Август	41,2	78,4	362,0	427,4	147,3	80,4
<i>X</i>	49,1	89,7	310,8	373,2	201,2	157,5
$\pm t$	10,4	4,6	40,5	25,3	29,4	24,5
<i>Min</i>	21,5	63,5	111,0	229,0	144,4	79,5
<i>Max</i>	87,0	120,0	466,2	557,0	321,1	309,6
<i>C, %</i>	44,0	43,1	36,8	27,2	35,4	37,5

X – средняя; $\pm t$ – ошибка средней; *Min* – минимум; *Max* – максимум; *C, %* – коэффициент вариации

Содержание водорастворимого углерода органического вещества (C_{H_2O}) в агрочерноземе при возделывании клевера незначительное – 49 мг/100 г, при возделывании эспарцета оно оказалось выше – 90 мг/100 г. Водорастворимые органические вещества – это первоисточники гумусовых соединений, представлены смесью органических кислот, аминокислот, углеводов, соединений типа фульвокислот. В связи с этим, концентрация водорастворимых гумусовых веществ постоянно меняется, так как эти соединения быстро вовлекаются в процессы разложения, об этом

свидетельствует коэффициент вариации 44 – 43%. Возможно, водорастворимое органическое вещество в агроценозе клевера более насыщено азотом, чем в агроценозе эспарцета, это приводит к усилению его минерализации и снижению концентрации в почве.

Содержание углерода подвижных гуминовых кислот в агрочерноземе при возделывании клевера было 310,8 мг/100 г, содержание углерода фульвокислот – 201,2 мг/100 г; при возделывании эспарцета содержание Сгк в агрочерноземе оказалось 373,2 мг/100 г, содержание Сфк – 157,5 мг/100 г. Пространственное варьирование углерода гуминовых и фульвокислот было высоким на уровне 27 - 38 %, причем наибольшая степень вариабельности характерна для углерода фульвокислот, что связано с их высокой подвижностью в почве. Отношение Сгк/Сфк в новообразованном гумусе в среднем составило 1,5 – 2,3, что говорит о значительном преобладании углерода гуминовых кислот в подвижном гумусе и черноземном типе почвообразования.

Исходя из концентрации углерода и плотности сложения агрочернозема, мы определили запасы углерода в разных фракциях гумусовых веществ почвы для слоя 20 см. По своим функциям в почве весь запас органического углерода (Сорг) можно разделить на пул углерода легкоминерализуемых органических веществ (Слмов), который состоит из лабильного (Слов) и подвижного (Спов) органического вещества и углерод веществ устойчивых к биодegradации (Сстаб.гумуса) [4,6,7].

Таблица 3 – Запасы углерода органического вещества (ОВ), т/га

Структура ОВ	Клевер луговой	Эспарцет песчаный
С орг (Слмов+Сстаб.гумуса)	125,09	128,22
Сстаб.гумуса	110,63	111,67
Слмов (Слов+Спов)	14,46	16,55
Слов	1,01	1,52
Спов (С _{H2O} +С _{NaOH})	13,45	15,03
С _{H2O}	1,17	2,15
С _{NaOH} (Сгк+Сфк)	12,28	12,88
Сгк	7,46	8,95
Сфк	4,82	3,76

В изученных агроценозах основная роль в пополнении запасов углерода лабильного ОВ принадлежит подземной мортмассе. Результаты исследований показывают, что запасы Слов в агроценозе эспарцета были 1,52, в агроценозе клевера 1,01 т/га. Запасы щелочегидролизуемого углерода гумуса составили 12,3 т/га в агроценозе клевера и 12,9 т/га в агроценозе эспарцета, при этом доля подвижных гуминовых кислот составила 6-7% от всего запаса органического углерода в почве. Доля запасов водорастворимых форм органического вещества была около 1-2%. Таким образом, запасы углерода стабильных форм гумусовых веществ оказались около 87-88%, на легкоминерализуемую часть запасов

органического углерода в агроценозе клевера лугового и эспарцета песчаного приходилось 12-13%.

Литература

1. Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
2. Базилевич, Н.И. Методы изучения биологического круговорота в разных природных зонах. / Н.И. Базилевич, А.А. Титлянова и др ; М.: Мысль, 1978. – 182 с.
3. Власенко, О.А. Запасы растительного вещества в агроэкосистемах многолетних кормовых трав и на сенокосах Красноярской Лесостепи / О.А. Власенко // Мат-лы VI Международ. научно-практической конф. «Аграрная наука – сельскому хозяйству»; Изд-во Алтайского ГАУ, Барнаул, 2011. Книга 2. С.48-50
4. Гиниятуллин, К.Г. Связывание органического вещества в устойчивую к окислению форму при взаимодействии глинистых минералов с растительными остатками / К.Г. Гиниятуллин, А.А. Шинкарев (мл.), А.А. Шинкарев и др. // Почвоведение. – 2010. – №10. – С.1249-1264.
5. Егорова, Г.С. Рациональное использование пласта многолетних трав / Г.С. Егорова, Н.А. Кириличева. // Земледелие. - 2001. - №5.- С.27-28.
6. Титлянова, А.А. Изменение круговорота углерода в связи с различным использованием земель (на примере Красноярского края) / Титлянова А.А., Чупрова В.В. // Почвоведение. - 2003. - № 2. - С. 211-219.
7. Чупрова, В.В. Поступление и разложение растительных остатков в агроценозах Средней Сибири / В.В. Чупрова // Почвоведение. - 2001. - № 2. - С. 204-214.
8. Шарков, И.Н. Влияние пожнивных остатков на состав органического вещества чернозема выщелоченного в лесостепи Западной Сибири / И.Н. Шарков, Л.М. Самохвалова, П.В. Мишина, А.Г. Шепелев // Почвоведение. – 2014. – №4. – С.473-479.