



УДК 631.445.4:631.86/.87 (571.15)

Г.Г. Морковкин,
И.В. Дёмина

ИНТЕНСИВНОСТЬ МИНЕРАЛИЗАЦИИ СИДЕРАТОВ И ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА В ЧЕРНОЗЕМАХ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ УМЕРЕННО ЗАСУШЛИВОЙ И КОЛОЧНОЙ СТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Ключевые слова: сидераты, удобрения, гумус, плодородие, минерализация, гумификация, черноземы выщелоченные.

Введение

Почва является основным компонентом агроэкосистемы, поэтому возможные негативные последствия интенсификации земледелия, прежде всего, отражаются на ней [1]. Решение проблемы сохранения и повышения плодородия почв тесно связано с изучением влияния на культурный процесс почвообразования факторов антропогенного воздействия: механических обработок, сельскохозяйственных растений, удобрений, в том числе и сидератов [2].

При оценке качества запахиваемой зеленой массы на удобрение наибольшее значение имеют два признака – содержание в ней питательных элементов и способность ее к быстрому или медленному разложению [3].

Исследованиями установлено, что скорость разложения органического вещества в почве зависит от ряда факторов: состава органических соединений растительных остатков, биологической активности почвы, гидротермических условий [4-6]. Перспективным источником воспроизводства органического вещества почв считаются органические удобрения, в том числе сидераты [3].

Целью настоящей работы является изучение минерализации разных видов сидеральных культур и их влияние на изменение содержания гумуса в почве.

Объекты и методы исследований

Экспериментальные исследования проводились в условиях умеренно засушливой и колючей степи Алтайского края в 2005-2008 гг. Почвы опытного участка представлены черноземами выщелоченными

среднемощными слабогумусированными среднесуглинистыми.

В качестве исследуемых образцов сидератов использовались биомассы бобовых (горох), злаковых (пшеница), крупяных (гречиха) культур, горохо-овсяная смесь, смесь сорных трав (осот полевой, щирца запрокинутая, ежовник обыкновенный).

Степень минерализации биомассы культур определялась по методике Т.А. Стениной и J. Smith, C. Douglas [7, 8]. Исследуемые образцы массой 100 г помещали в капроновые мешочки (в трехкратной повторности) и закапывали в почву на глубину 20 см. В течение всего периода исследований поверхность опытного участка поддерживались в рыхлом и чистом от сорняков состоянии.

Учет степени минерализации проводили весной и осенью последовательно в течение всех лет исследований.

С целью изучения влияния сидератов на динамику содержания гумуса в почве опытного поля в те же сроки были проведены отборы почвенных образцов послойно 0-20 и 20-40 см. Повторность отбора десятикратная. Содержание гумуса в почве определяли методом И.В. Тюрина.

Гидротермические условия лет исследований имели определенные различия (табл. 1).

Вегетационные периоды лет исследований характеризовались недостаточным увлажнением по сравнению со среднемноголетними данными. Особенно засушливыми периодами были весна 2006 г. и вторая половина вегетации 2007 г.

Суммы активных температур ($> 10^{\circ}\text{C}$) за период 2006-2008 гг. были выше среднемноголетних. В целом вегетационные периоды можно охарактеризовать как теплые и слабоувлажненные.

Таблица 1

Агроклиматические показатели вегетационных периодов по годам исследований

Показатели	Годы исследований			Среднемноголетние данные
	2006	2007	2008	
Сумма эффективных температур, °С	1997,0	2071,9	2121,0	1841,0
Сумма осадков, мм	198,2	178,0	193,3	205
ГТК 1	0,39	1,44	0,99	1,15
ГТК 2	0,99	0,86	0,91	1,11

Скорость разложения биомассы сидеральных культур определяется в основном гидротермическими условиями осени и весны. Высокая активность протекающих микробиологических процессов в почве наблюдается при достаточном увлажнении и оптимальных температурах [2].

Результаты и их обсуждение

Минерализация свежего растительного материала (сидеральной культуры) богатого углеводами и характеризующимся узким отношением углерода к азоту на всех почвах завершается за 1,5-2 года [9]. Таким образом, содержащиеся в них элементы питания способны быстро высвободиться и включаться в новый цикл биохимического круговорота.

В период быстрой минерализации происходит вспышка активности микроорганизмов, после чего следует период с более низкой активностью. Это обуславливается распадом соединений углерода, более устойчивых к разложению [10].

При запуске биомассы в середине лета – начале осени разложение происходит и поздней осенью, и ранней весной. Причем осенью и весной процесс минерализации растительных остатков протекает более интенсивно, даже несмотря на низкие для жизнедеятельности микроорганизмов среднесуточные температуры. Это можно объяснить разложением, в первую очередь, легкодоступных органических соединений: белков, углеводов, целлюлозы. Такое объяснение подтверждается

результатами исследований, проведенных Э.К. Низких, который отмечает, что даже при постоянных условиях скорость разложения всегда выше в начальный период, чем в последующие сроки [11].

Динамика минерализации биомассы различных видов растений представлена в таблице 2.

На скорость разложения биомассы культур влияет их химический состав [12]. Так, свежая биомасса гороха характеризуется высоким содержанием азота и белковых веществ, узким соотношением C:N = 15-18, поэтому сразу после заделки вызывает бурный микробиологический процесс, в результате чего за первые 6 месяцев разложилось 43,4 % остатков. Гречиха по соотношению C:N близка к гороху (C:N = 16-20) [13].

Растительные остатки зерновых культур (в нашем случае пшеницы) бедны азотом, фосфором. Возврат этих элементов в почву с растительными остатками весьма незначителен. Кроме того, содержание клетчатки в стерне пшеницы составляет 48-50%, лигнина 25-30% [14]. Поэтому минерализация органических остатков злаковой культуры и смеси однолетних трав протекала более медленно, так как эти остатки бедны азотом и обогащены углеродом (C:N = 81). При разрушении таких остатков микроорганизмы испытывают недостаток в легкоусвояемом азоте, что приводит к снижению содержания нитратного азота и биологической активности почвы.

Таблица 2

Динамика минерализации органических остатков растений, %

Периоды	Горох	Пшеница	Сорные травы *	Гречиха	Горохо-овсяная смесь
6 месяцев	43,4	21,1	17,6	34,5	30,2
11 месяцев	67,6	53,6	47,5	59,7	57,6
18 месяцев	73,3	59,5	53,4	64,2	63,4
23 месяца	79,8	66,7	68,7	72,4	73,6
30 месяцев	80,6	68,8	73,6	74,8	76,2

* Осот полевой, щирица запрокинутая, ежовник обыкновенный.

Таблица 3

Содержание гумуса в пахотном слое по вариантам внесения сидератов
(данные осенних наблюдений по годам исследований)

Вариант	Исходное содержание (осень 2005 г.), %	Периоды исследований										
		действие сидератов			первый год последействия			второй год последействия			весь период наблюдений	
		2006 г.	\pm к 2005 г.	НСР ₀₅	2007 г.	\pm к 2006 г.	НСР ₀₅	2008 г.	\pm к 2007 г.	НСР ₀₅	\pm к 2005 г.	НСР ₀₅
Пшеница (бессменно)	3,82	3,72	-0,10	0,18	3,71	-0,01	0,20	3,69	-0,02	0,21	-0,13	0,25
Овес (сидерат)	3,56	3,84	+0,28	0,23	3,79	-0,05	0,24	3,77	-0,02	0,18	+0,21	0,20
Горохо-овсяная смесь (сидерат)	3,57	3,91	+0,34	0,28	3,93	+0,02	0,27	3,84	-0,09	0,27	+0,27	0,18
Гречиха (сидерат)	3,57	3,91	+0,34	0,23	3,93	+0,02	0,14	3,84	-0,09	0,13	+0,27	0,16

По данным М.М. Кононовой, с увеличением значения C:N деятельность микроорганизмов снижается [15]. Оптимальной для разложения биомассы считается величина отношения азота к углероду, находящаяся в пределах 10-20.

Сразу после заделки растительные остатки начинают бурно осваиваться почвенной микрофлорой, активность которой определяется комплексом условий, зависящих от увлажнения, почвенной толщи, наличия питательных и энергетических ресурсов, активности микрофлоры [12].

За первые 6 месяцев (октябрь 2005 – апрель 2006 гг.) выявилась существенная разница в степени минерализации. Остатки гороха разложились на 43,4%, гречихи – 34,5, горохо-овсяной смеси – 30,2, пшеницы – 21,1, смеси сорных трав – 17,6% от исходного содержания. В летний период исследований (май-сентябрь 2006 г.) максимальная минерализация отмечалась для пшеницы (32,5%).

За 11 полных месяцев наблюдений биомасса всех культур, за исключением смеси сорных трав, минерализовалась более чем на 50%. В среднем за месяц разложение биомассы гороха составило 6,1%, гречихи – 5,4, горохо-овсяной смеси – 5,2, пшеницы – 4,9, смеси сорных трав – 4,3%.

В дальнейшем темп разложения органических остатков снизился. Возможно, это объясняется тем, что микроорганизмы за первый год уже использовали большую часть легкоусвояемых соединений и стали разлагать более устойчивые жиры, воски и др.

За 1,5 года наблюдений наибольшее сокращение органической массы в результате минерализации наблюдалось у гороха, наименьшее – у смеси сорных трав.

Таким образом, по интенсивности минерализации за первые 18 месяцев наблюдений культуры можно расположить в следующий возрастающий ряд: сорные травы – пшеница – горохо-овсяная смесь – гречиха – горох.

К концу периода наблюдений (за 30 месяцев) максимально разложилась биомасса бобовой культуры (80,6%), менее всего – злаковой (68,8%). Остатки гречихи, горохо-овсяной смеси и смеси сорных трав разложились примерно одинаково (в среднем на 75%).

Поступающие в почву сидераты подвергаются разнообразным процессам превращения, в результате которых значительная часть органического материала

разрушается с образованием простых минеральных соединений, а другая часть переходит в более устойчивую форму органического вещества почвы – гумус, то есть идет процесс гумификации органических остатков [16].

Исходное содержание гумуса в почве (осень 2005 г.) по полям исследований колебалось в пределах 3,56-3,82% в слое 0-20 см и 3,43-3,47% в слое 20-40 см, что характеризует почву как слабогумусированную.

Количество гумуса к осени 2006 г. (через год после заделки сидератов) в пахотном слое достоверно увеличилось на всех вариантах применения сидератов: горохо-овсяной смеси и гречихи на 9,5 %, овса – 7,8 % (табл. 3). В подпахотном слое достоверных изменений в содержании гумуса по всем вариантам исследования не наблюдалось. В этот год максимальное накопление гумуса наблюдалось на вариантах использования горохо-овсяной смеси и гречихи.

В первый год последствия наблюдались незначительные изменения содержания гумуса на исследуемых вариантах. На участке использования горохо-овсяной смеси и гречихи наблюдались тенденции к увеличению содержания гумуса в почве.

В 2008 г. на всех вариантах применения сидератов в слое 0-20 см происходило несущественное снижение содержания гумуса. Но в сравнении с исходным его содержанием на третий год после внесения сидератов наблюдалось увеличение содержания гумуса.

На варианте возделывания пшеницы по пшенице в течение всего периода наблюдений отмечена тенденция к снижению содержания гумуса в почве за счет минерализации.

Выводы

1. Процессы минерализации сидеральных культур в течение первого года экспозиции протекают достаточно интенсивно. Максимальная степень разложения наблюдалась у гороха (67,6%), минимальная – у смеси сорных трав (47,5%). Во второй год эксперимента скорость минерализации заметно снижается.

2. По степени минерализации (экспозиция 2,5 года) изученные культуры можно расположить в следующем возрастающем порядке: пшеница – сорные травы – гречиха – горохо-овсяная смесь – горох.

3. На всех вариантах применения сидератов наблюдается достоверное увеличение содержания гумуса в почве. Наи-

большее увеличение зарегистрировано в звеньях севооборота, где в качестве сидерата применяли горохо-овсяную смесь и гречиху.

Библиографический список

1. Яговенко Л.Л. Влияние люпина на свойства почвы при его запашке на сидерацию / Л.Л. Яговенко, И.П. Такунов, Г.Л. Яговенко // *Агрохимия*. 2003. № 5. С. 71-80.

2. Лазарев А.П. Скорость разложения послеуборочных остатков полевых культур в черноземах за осенне-весенний и годовой периоды / А.П. Лазарев, Д.Р. Майсямова // *Почвоведение*. 2006. № 6. С. 751-757.

3. Алексеев Е.К. Зеленое удобрение в Нечерноземной полосе / Е.К. Алексеев. М., 1959. 278 с.

4. Корсунова Ц.Д.-Ц. Влияние органических удобрений и растительных остатков на плодородие дефлированной каштановой почвы Забайкалья / Ц.Д.-Ц. Корсунова, Г.Д. Чимитдоржиева // *Агрохимия*. 2005. № 10. С. 21-23.

5. Parsons J.W. Green manuring // *Outlook on Agriculture*. 1984. Vol. 13. № 1. P. 20-23.

6. Тихонов А.В. Динамика разложения разных видов соломы в почве / А.В. Тихонов // *Агрохимия*. 1980. № 6. С. 59-62.

7. Стенина Т.А. О разложении растительных остатков в пахотных подзолистых

почвах / Т.А. Стенина // *Почвоведение*. 1964. № 1. С. 26-28.

8. Smith J. Wheat straw decomposition in the field / J. Smith, C. Douglas // *Soil Sci. Amer. Proc.* V. 35. № 2. 1971. P. 32-40.

9. Станков Н.З. Корневая система полевых культур / Н.З. Станков. М.: Колос, 1964. 280 с.

10. Тейт Р. Органическое вещество почвы / Р.Тейт. М.: Мир, 1991. 400 с.

11. Низких Э.К. Влияние различных факторов на скорость минерализации растительных остатков в почвах / Э.К. Низких // *Баланс органического вещества и плодородие почв в Восточной Сибири*. Новосибирск, 1985. С. 71-79.

12. Лыков А.М. Гумус и плодородие почвы / А.М. Лыков. М.: Московский рабочий, 1985. 192 с.

13. Колсанов Г.В. Гречишная солома в удобрении ячменя на типичном черноземе лесостепи Поволжья / Г.В. Колсанов // *Агрохимия*. 2005. № 6. С. 59-65.

14. Жамьянова Б.Б. Растительные остатки – главный фактор плодородия дефлированных почв / Б.Б. Жамьянова, Г.Д. Чимитдоржиева // *Агрохимия*. 1995. № 9. С. 25-30.

15. Кононова М.М. Органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения / М.М. Кононова. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 313 с.

16. Тюрин И.В. Органические вещества почвы / И.В. Тюрин. М.: Наука, 1965. 319 с.

