УДК 631.4; 574.474

ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГУМУСООБРАЗОВАНИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ ЗАПАДНОГО ПРАВОБЕРЕЖЬЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Степина Е. В., Смирнова Е. Б., Золотухин А. И.

Балашовский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Саратовский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского» (БИ СГУ) (412300, Саратовская область, г. Балашов, ул. Карла Маркса, 29)

Проведена комплексная оценка эколого-генетических факторов в процессах гумусообразования степных подтипов черноземов западного Правобережья Саратовской области. Выявлены геоботанические показатели целинных участков под основными подтипами черноземов, которые показывают, что с аридизацией климата меняется видовой состав растительных ассоциаций, повышается отношение подземной биомассы к надземной. По объему ежегодно поступающей фитомассы и структуры растительности пахотные почвы отличались в большей мере от своих целинных аналогов. Установлены запасы надземной растительной биомассы. Показаны численность микроорганизмов в зональном ряду черноземов и активность почвенных ферментов. Раскрыты региональные особенности влияния видового состава, структуры растительности, биологической активности почв на гумусное состояние пахотного чернозема и целинных ландшафтов.

Ключевые слова: черноземы, растительные ассоциации, биомасса, биологическая активность почв, гумусообразование.

ECOLOGICAL AND GENETIC ASPECTS OF HUMUS CHERNOZEMS WEST THE RIGHT BANK OF THE SARATOV REGION

Stepina E. V., Smirnova E. B., Zolotukhin A. I.

Balashov Institute (Branch) Saratov State University named after N. G. Chernyshevsky (412300 Saratov region, city Balashov, st. Karl Marx, 29)

The complex estimation of the ecological-genetic factors in the processes of humus formation of steppe subtypes of soils of Western on the Right Bank of the Saratov region. Identified geobotanical indicators of virgin land under the main subtypes of soils, which show that, with aridization of climate change species composition of plant associations, increases the ratio of below-ground biomass to aboveground. By the volume of annually coming phytomass and structure of vegetation of arable soils differ to a greater extent from their virgin analogues. Established reserves of the above-ground plant biomass.Shows the numbers of microorganisms in the zone number of the black soil and activity of soil enzymes. Opened regional peculiarities influence the species composition, structure of vegetation and biological activity of soil humus status of arable soil and virgin landscapes.

Key words: black soil, plant associations, biomass, biological activity of soil humus.

Введение

Роль органического вещества почвы особо важна в регионах, исторически связанных с ведением интенсивного сельскохозяйственного производства, так как с трофической функцией органического вещества неразрывно связана трофическая функция самой почвы. Гумификация или совокупность процессов образования гуминовых веществ из растительных, животных остатков и продуктов синтетической деятельности микроорганизмов является одним из глобальных процессов трансформации органических веществ, а гуминовые кислоты – обязательный продукт этих процессов [1, 2, 3, 4, 7, 8]. С гуминовыми веществами тесно связана экологическая ситуация на территории – от них зависит устойчивость почв и биоценозов к природным и антропогенным воздействиям [3].

Почвы западного Правобережья Саратовской области представлены высокоплодородными степными подтипами черноземов, более 80% которых распаханы. В процессе длительной сельскохозяйственной эксплуатации в почвах агроценозов по сравнению с целинными аналогами произошли существенные изменения важнейших свойств при сохранении генетических особенностей черноземов. Деградационные процессы затронули все компоненты почвы и, в первую очередь, ее биоту и гумусное состояние [3, 4, 8]. Предотвращение дальнейшего развития негативных изменений предполагает оптимизацию биологической активности почв, как незаменимого условия гумификации.

Цель настоящей работы – изучение влияния динамики растительности, показателей биологической активности почв на эколого-генетические аспекты гумусообразования и гумусное состояние естественных зональных подтипов черноземов западного Правобережья Саратовской области и их пахотных аналогов.

Объекты и методы исследования

В 2010–2011 гг. были исследованы целинные и пахотные участки черноземов в ряду: типичные (Турковский район) – обыкновенные (Балашовский район) – южные (Самойловский район). Все объекты представляли собой участки водоразделов, расположенные в наиболее типичных для данной почвенной подзоны биоклиматических условиях в пределах характерных растительных сообществ. Описание растительности, определение величины биомассы проводили общепринятыми методиками [6]. Показатели гумусного состояния исследовали по ГОСТ 26213-91, фракционно-групповой состав – по методике И. В. Тюрина в модификации В. В. Пономаревой и Т. А. Плотниковой [5, 8]. Отбор образцов почвы для микробиологического и биохимического анализа проводили по методикам Е. З. Теппер [7], Д. Г. Звягинцева [2]. Численность микроорганизмов определяли на диагностических средах МПА, КАА и среде Чапека. Активность каталазы измеряли по методу А. Ш. Галстяна, уреазы – по методу Т. Д. Щербаковой [9, 10].

Результаты и их обсуждение

Геоботанический анализ фитоценозов показал, что целинный участок чернозема типичного, приуроченный к западной среднесухой степи, представлен шалфейно-мятликово-типчаковой ассоциацией, проективное покрытие которой составило 85–95 % при средней высоте травостоя 43–48 см (таблица 1).

Таблица 1

Геоботанические показатели целинных участков под основными подтипами черноземов западного Правобережья

Показатель	Почва; растительная ассоциация		
	Чернозем типичный; шалфейно-мятликово-типчаковая	Чернозем обыкновенный; подмаренниково-мятликово-типчаковая	Чернозем южный; доннико-полынково-типчаковая
Общее проективное покрытие, %	85–95	70–80	50–60
Средняя высота травостоя, см	43–48	35–42	24–28
Число подъярусов	3	3	2
Отношение подземной биомассы растений к надземной	4,8	6,0	6,2
Общий запас, ц/га	256,7	264,3	272,8

Для степных подтипов чернозема обыкновенного характерна смена растительных ассоциаций на подмаренниково-мятликово-типчаковую под обыкновенным черноземом и на доннико-полынково-типчаковую – под южным.

При движении от чернозема обыкновенного к южному наблюдается снижение проективного покрытия естественной растительности с 70–80 % до 50–60 % и уменьшение ее высоты с 35–42 до 24–28 см соответственно.

Запасы надземной растительной биомассы в черноземе типичном составили 62,7 ц/га, а величина подземной биомассы в 4,8 раза превосходила надземную. Ежегодно образующаяся фитомасса в ряду степных подтипов чернозема претерпевает значительные изменения. Так, запасы надземной растительной биомассы снижаются с 48,5 ц/га на обыкновенном черноземе до 35,5 ц/га на южном. При этом максимальное значение подземной биомассы (235.0 ц/га), сосредоточенной в верхнем слое почв (0–20 см), наблюдалось на участке южного чернозема, а в границах обыкновенного чернозема масса корней составила 226.0 ц/га. Общий запас растительной биомассы в ряду степных черноземов незначительно снижается. Самое высокое отношение подземной биомассы к надземной наблюдается в южных черноземах, где оно составило 6,2.

Таким образом, в зональном ряду черноземов по мере увеличения степени аридизации климата биомасса надземной растительности снижается, а подземной возрастает.

Исследования на пахотных участках показали, что величина ежегодно поступающей биомассы растений под озимой пшеницей, основной сельскохозяйственной культуры района

исследований, составила 15,3, 14,2 и 12,8 % от таковой на целине, соответственно в черноземе типичном, обыкновенном и южном. При этом на участках агроценоза соотношение подземных частей растений к надземным не превышает 1,8 %.

Следовательно, по объему ежегодно поступающей фитомассы и структуре растительности пахотные почвы от своих целинных аналогов отличались в большей мере, чем исследуемые подтипы черноземов ненарушенных биогеоценозов, расположенные в ряду их географической зональности.

Проведенные микробиологические исследования показали, что численность микроорганизмов в зональном ряду черноземов (с севера на юг) снижается. При этом в почвах агроценозов данный показатель имеет устойчивую тенденцию к увеличению, что свидетельствует о возрастании интенсивности микробиологических процессов в почвах пашни (таблица 2).

Участок чернозема типичного характеризовался максимальной численностью бактерий, утилизирующих органический азот (бактерии на МПА), при этом почвы агроценоза превосходили целинные по активности данной группы микроорганизмов. По шкале оценки показателей биологической активности Д. Г. Звягинцева [2], черноземы типичные, обыкновенные и южные целинных и пахотных участков отнесены к очень богатым по содержанию бактерий этой группы (слой 0–30 см).

Численность амилолитических бактерий (бактерии на КАА) в течение всего периода исследований превышала численность аммонификаторов на МПА. Расчет скорости микробного разложения растительной биомассы, определяемой по предложенному Е. Н. Мишустиным (1975) коэффициенту минерализации (отношение КАА/МПА), свидетельствует о том, что во всех изученных подтипах чернозема скорость минерализации растительных остатков на пахотных участках превосходит этот показатель в естественных биоценозах. Значения данного показателя на участке чернозема типичного в почвах целинного и пахотного биоценозов различались незначительно. По мере движения к югу скорость минерализации органического вещества почв в степных подтипах на пахотных участках значительно превосходила скорость разложения органики в целинных почвах (таблица 2).

Таблица 2

Показатели микробиологической активности черноземов западного Правобережья

Показатель	Чернозем					
	типичный		обыкновенный		южный	
	Целина	Пашня	Целина	Пашня	Целина	Пашня
Общая численность	26,5±1,3	25,0±0,7	18,7±1,4	19,9±1,7	10,2±0,9	12,9±1,4

микроогнизмов в слое 0-30 см млрд/г почвы						
Коэффициент минерализации (бактерии на КАА/МПА) в слое 0–30 см	0,9	1,0	1,0	2,5	0,5	1,0

Общая численность микроскопических грибов в ряду черноземов «типичные – обыкновенные – южные» снижается, что объясняется увеличением сухости климата. Вследствие распашки возрастают интенсивность аэрации и потери почвами влаги, что вызывает угнетение данной группы микроорганизмов. Наличие свободной почвенной влаги в нижней части гумусового горизонта целинных и пахотных почв объясняет некоторое увеличение их численности в генетическом горизонте АВ. В результате проведенных исследований выявлена высокая чувствительность почвенных ферментов классов оксидоредуктаз и гидролаз (каталазы и уреазы соответственно) к изменениям факторов внешней среды (таблица 3). В первую очередь, это проявляется в снижении активности этих ферментов в почвах пашни во всех изученных подтипах чернозема по отношению к целине, по-видимому, вследствие снижения запасов влаги и количества поступающей растительной биомассы. Гумусное состояние исследуемых почв формируется под влиянием двух групп факторов: естественных – на целине и антропогенных, связанных с их длительным пахотным использованием, – в агроценозе, которые и стали причиной разнонаправленных изменений в качественно-количественных показателях гумуса [2,3].

Таблица 3

Показатели ферментативной активности черноземов западного Правобережья

Показатель	Чернозем					
	типичный		обыкновенный		южный	
	Целина	Пашня	Целина	Пашня	Целина	Пашня
Каталаза, мл O2 в 1 г за 1 мин	4,6±0,6	4,2±0,2	6,5±1,0	5,7±0,4	4,2±0,3	2,7±0,2
Уреаза, мг N-NH4 на 10 г почвы за 4 ч	1,9±0,6	1,4±0,6	3,4±0,2	1,7±0,1	2,4±0,1	1,4±0,7

В почвах целинного участка чернозема типичного (таблица 4) содержание гумуса в слое 0–20 см характеризуется как высокое (9,5 %). Потери гумуса за весь период пахотного использования составили в этих почвах 21,0 %. Меняется и качественный состав гумуса. Так, в почвах агроценоза увеличивается содержание фракций ФК-1, ГК-1, отвечающих за

обеспечение почвенной биоты питательными веществами, и ГК-2, играющей ключевую роль в структурообразовании. Возрастание доли ГК-1 и ФК-1, с одной стороны, свидетельствует об улучшении питательного режима почвы, а с другой – о направленности процессов гумусообразования в сторону увеличения доли подвижных форм гумусовых кислот, об интенсификации процессов минерализации гумуса.

Таблица 4

Гумусное состояние естественных черноземов и их пахотных аналогов

Почва	Гумус, %	ГК				ФК				Сгк/ Сфк
		1	2	3	сумма	1	2	3	сумма	
Чернозем типичный										
целина	9,5	8,2	24,9	9,9	43	3,8	8,8	4,2	16,8	2,6
пашня	8,0	9,2	25,6	4,5	39,3	5,6	6,5	4,1	16,2	2,4
Чернозем обыкновенный										
целина	6,8	6,1	27,7	8,1	41,9	5,6	5,4	5,3	16,3	2,6
пашня	5,4	6,6	2,9	5,9	37,4	7,2	6,5	4,6	18,3	2,0
Чернозем южный										
целина	4,7	7,2	18,2	10,8	36,2	7,6	5,4	4,7	17,7	2,05
пашня	3,2	8,7	14,5	9,0	32,2	7,8	5,3	4,5	17,6	1,8

Анализ агрогенной динамики гумусного состояния почв пашни показал, что в результате длительного пахотного использования типичного чернозема такие показатели, как содержание общего гумуса, его запасы и качественные характеристики, трансформируются в направлении, которое приближает его к свойствам целинных участков под черноземом обыкновенным. Динамика гумусного состояния почв на участке чернозема обыкновенного оказалась сходной с динамикой черноземов типичных. Среднее значение содержания гумуса на целинном участке характеризуется как высокое (6,8 %), а на пашне – как среднее (5,4 %)

Изменение фракционно-группового состава гумуса при пахотном использовании чернозема обыкновенного проявилось в уменьшении содержания фракции ГК-2 на фоне увеличения доли подвижных фракций гуминовых и фульвокислот. Необходимо отметить, что основные показатели гумусного состояния почв агроценоза чернозема обыкновенного тяготеют к целинным черноземам засушливой степи. Значение показателя содержания гумуса на целинном участке чернозема южного характеризуется как среднее (4,7 %), на

пахотном – как низкое (3,2 %). Общие потери гумуса почвами пашни засушливой степи составили 27,5 %.

Сопоставление запасов ежегодно поступающей растительной биомассы, основного «сырья» гумусообразования, в целинные почвы (256,7–272,8 ц/га) и в их пахотные аналоги (34,0–29,2 ц/га, т.е. почти в 10 раз меньше) со снижением запасов и содержанием гумуса в ряду черноземов «целина – пашня» (на 21,0–27,5 %) вызывает определенное противоречие: уменьшение количества растительной биомассы не соответствует сокращению содержания гумуса, особенно если принять во внимание продолжительность пахотного использования почв. Однако такое противоречие является кажущимся. Система гумусовых веществ почв, и в первую очередь черноземов, обладает высокой степенью устойчивости к длительному воздействию: в частности, как к агрогенному, так и влиянию любой природы в целом. Ее стабильность выражается в том, что она меняется не только количественно, но и качественно. При этом качественная трансформация гумуса имеет два противоположно направленных вектора: с одной стороны, возрастает доля лабильных фракций (ФК-1 и ГК-1), с другой – содержание негидролизуемого остатка. Данное явление может служить переходом к практике управления системой гумусовых веществ почв.

Заключение

Влияние растительного покрова на гумусообразование проявляется через изменение объема и структуры растительной биомассы в ряду географической зональности почв. При движении с севера на юг снижаются величина проективного покрытия, высота травостоя, уменьшаются количество подъярусов и запасы надземной растительной биомассы. Вместе с тем происходит увеличение подземной биомассы растений, которая достигает максимума в подзоне чернозема южного. Трансформация растительного фактора гумусообразования на участках агроценозов выразилась в снижении объема поступающей фитомассы и изменении ее структуры. В целом запас растительной биомассы составил около 10,8–14,0 % от продуктивности естественных ландшафтов.

Общая численность микроорганизмов и их биохимическая активность снижаются в зональном ряду черноземов и увеличиваются в почвах агроценозов по сравнению с целинными аналогами. Параллельно возрастают доля бактерий, использующих минеральный азот, и значения коэффициентов минерализации (КАА/МПА) на пахотных участках, что свидетельствует об усилении процессов деструкции органического вещества почв при их распашке.

По совокупности показателей качественно-количественного состава гумуса черноземы пашни соответствуют целинным подтипам, расположенным южнее в ряду географической зональности, т.е. наблюдается агрогенная трансформация (географическая

инверсия) параметров органического вещества почв на подтиповом уровне. Система гумусовых веществ почв проявляет высокую степень устойчивости к неблагоприятным воздействиям как природного, так и антропогенного свойства.

Список литературы

1. Гришина Л. А. Учет биомассы и химический анализ растений. М.: Изд-во МГУ, 1971. 156 с.
2. Звягинцев Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: Изд-во МГУ, 1992. 302 с.
3. Медведев И. Ф. Биологическая продуктивность различных фитоценозов и вертикальное распределение углерода по профилю черноземной почвы // Вестник Саратовского ГАУ им. Н. И. Вавилова. 2011. №6. С. 17-20.
4. Орлов Д. С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М.: Изд-во МГУ, 1990. 325 с.
5. Пономарева В. В. Некоторые результаты фракционирования гумуса черноземов // Почвоведение. 1968. №11. С.104-117.
6. Раменский Л. Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М.: Сельхозгиз, 1938. 215 с.
7. Теппер Е. З., Шильникова В. К., Переверзева Г. И. Практикум по микробиологии. М.: Дрофа, 2004. 256 с.
8. Тюрин И. В. Органическое вещество почв и его роль в почвообразовании и плодородии // Учение о почвенном гумусе. М.; Л.: Сельхозгиз, 1937. 288 с.
9. Хазиев Ф. Х. Антропогенная эволюция черноземов на Южном Урале // Тезисы докладов III съезда Докучавского общества почвоведов. М.: Почвенный институт им. В. В. Докучаева РАСХН, 2000. Кн. 1. С. 75.
10. Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 1990. 188 с.

Рецензенты:

Попов Геннадий Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры химии, агрохимии и почвоведения ФГБОУ ВПО «Саратовский аграрный университет имени Н.И. Вавилова», г. Саратов.

Любимов Валерий Борисович, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и рационального природопользования ФГБОУ ВПО «Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского», г. Брянск.