

ПОЧВЫ ЛЕСНЫХ, ЛУГОВЫХ И ПОЛЕВЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ

Т.А. Романова

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

Формирование биологического урожая растений (накопление фитомассы) определяется как свойствами почвы, так и поступлением энергии извне в виде фотосинтетически активной радиации (ФАР), утилизация которой обусловлена системой факторов, взаимодействующих в каждом биогеоценозе (БГЦ). Природоподобие агробиогенозов позволяет выявить особенности протекающего в них почвообразования на основе сопоставления с естественными (лесными и луговыми) биогеоценозами.

Современные исследования почвоведов и агрохимиков, в конечном счете, направлены на повышение урожайности сельскохозяйственных культур и улучшение качества получаемой продукции за счет накопления знаний о почвах, применении удобрений и средств химической мелиорации с условием хотя бы минимального сохранения окружающей среды. Причем последнее положение с течением времени приобретает все большее значение и требует все более

точных знаний о сущности продукционных процессов, развивающихся как в природных системах, так и в измененных хозяйственной деятельностью.

С позиций изучения почв такие знания имеют целью выявление закономерностей формирования твердофазных естественно-исторических тел, являющихся результатом сложнейшего взаимодействия факторов почвообразования, обеспечивающего почве ее особое свойство – плодородие, которым не обладает в отдельности ни один из факторов.

Оценка плодородия в виде условных единиц – баллов, опирающаяся на реально учитываемые урожаи, характеризует относительную продукционную способность почв, позволяет оценить их отличие от наиболее плодородной 100-балльной почвы с учетом требований отдельных культур.

Вклад твердой фазы почвы в способность производить фитомассу в значительной мере обусловлен содержанием элементов азотного и минерального питания, включая воду. Обеспеченность почв элементами питания растений, вместе с необходимостью и возможностями повышения их содержания и доступности, широко обсуждается учеными и практиками аграриями. Сельскохозяйственной наукой накоплено очень много данных о плодородии почв, но в последнее время представление о самом механизме формирования фитомассы расширяется в сторону учета факторов, роль которых, хотя и была известна, но являлась предметом, в основном, теоретических исследований. Так, поступление солнечной энергии и процесс фотосинтеза – превращения световой энергии в химическую, с давних пор считающиеся главным «источником» жизни биосферы и формирования урожаев, пока все еще недостаточно исследован.

Показателем энергообеспеченности любого биогеоценоза (БГЦ) может служить содержание гумуса в слое 0-50 см, информирующее о накоплении (весе и составе) фитомассы, и о переработке ее гетеротрофами [1]. При этом учитывается не только гумус ненарушенных БГЦ, но и тот, что образовался в почве в результате ее окультуривания.

Во второй половине XX века в связи с активным развитием учения о биогеоценозах, в разных регионах бывшего СССР собран большой фактический материал о биологической продуктивности луговых и лесных растительных сообществ с детальным учетом структуры и состава фитомассы.

В последнее десятилетие заметно оживился подход к понятию «плодородие почвы», как природной системы – экосистемы, в которой почва и растительность могут быть представлены в виде подсистем или функциональных блоков единого целого [2,3,4]. С 2000 г. начал действовать Российско-Китайский проект, целью которого является изучение закономерностей функционирования экосистем в природных границах через принцип «экосистемного круговорота», заключающегося в синтезе органического вещества с помощью солнечной энергии и в деструкции его в процессе жизнедеятельности почвенной биоты [5].

В статье группы ученых Гродненского государственного аграрного университета, наряду с традиционными вопросами повышения плодородия почв с помощью рационального применения удобрений, рассматриваются вопросы корреляции урожаев с количеством поступающей и используемой фотосинтетически активной солнечной радиации (ФАР). Ссылаясь на комиссию ФАО, они приводят данные о том, что в 80-х годах XX века теоретически возможное использование ФАР составляет 16%, практически достижимое – 6%, наиболее вероятное и близкое к оптимальному – 4%, которого уже достигли в 2005 г. передовые хозяйства Гродненской области. При этом установлено, что более высокие урожаи коррелируют с более полным использованием солнечной энергии [6].

Средние для Беларуси показатели утилизации ФАР в 1996 г. дал А.Н. Витченко, согласно которому озимые зерновые используют 2,9-3,5%, картофель – 1,6%, лен – 2,3% [7].

Коэффициент использования ФАР растениями зависит от ее поступления, от наличия влаги, элементов питания растений и от самой организации экосистемы или биогеоценоза, сложившейся в процессе длительной эволюции и приспособления организмов друг к другу и к окружающей среде.

Механизм усвоения ФАР существенно зависит от типа растительности. В ходе почвенных исследований установлены некоторые основные черты лесных, луговых и полевых биогеоценозов, которые могут иметь значение для дальнейшего углубления знаний об этих экосистемах с точки зрения возможностей регулирования или влияния на продукционные процессы.

В перспективе выявление деталей своеобразия продуцирования фитомассы в разных БГЦ и особенно в полевых, или агроценозах, может существенно повысить коэффициент использования ФАР, обеспечить экономию применения удобрений за счет «адресной» дозировки их, и тем уменьшить, а возможно и исключить, загрязнение окружающей среды.

Лесные БГЦ используют максимальное количество ФАР (до 16%) [6] за счет биоразнообразия и многоярусности растительного покрова. В лесных БГЦ круговорот веществ характеризуется депонированием их в надземной фитомассе, обеспечивающим сохранение от элювирования и определяет устойчивость природной системы.

Известно, что в умеренном поясе наибольшее количество солнечной энергии усваивают широколиственные и хвойно-широколиственные леса европейского типа, где коэффициент использования ФАР около 6% [8]. При этом основная часть элементов питания растений находится в постоянном круговоротном движении от корней к листьям или хвое с максимальной концентрацией в лесных подстилках. Таблица 1 представляет дерново-подзолистую супесчаную почву на рыхлой песчанистой супеси, подстилаемой с глубины около 0,8 м. легким мореным суглинком, под ельником дубово-кисличным в Беловежской пуще [9].

Таблица 1

Аналитическая характеристика дерново-подзоливой супесчаной почвы на рыхлой песчанистой супеси, подстилаемой с глубины около 0,8 м легким мореным суглинком (по А.П. Утенковой) [9]

Гене- тиче- ский гори- зонт	Глуби- на от- бора образ- цов, см	pH _{KCl}	Сумма обмен- ных осно- ваний	Гидро- лити- ческая. кислот- ность	Насы- щен- ность осно- вания- ми	Гумус общий	C N	P ₂ O ₅	K ₂ O
			Смоль(+) кг		%			мг/ кг	
A1	3 -8	4,5	13,2	3,6	79	5,11	14,1	150	100
A2B	50-60	5,0	0,9	0,5	64	0,10	3,0	144	13
D	90-100	5,2	6,6	1,3	83	0,14	3,0	28	18

Аналитические показатели по генетическим горизонтам свидетельствуют, что это типичная для условий Беларуси автоморфная (непереувлажняемая) дерново-подзолистая супесчаная почва. Согласно Мировой реферативной базе почвенных ресурсов (WRB) – эта почва может быть названа «лювисоль» [10]. Она характеризуется кислой реакцией при довольно высоком накоплении в горизонте А1 средне-минерализованного гумуса и обменных оснований с высокой степенью насыщенности основаниями всего профиля, особенно подстилающей породы.

Таблица 1 позволяет отметить тот факт, что в гумусовом горизонте целинной (лесной) почвы содержится 100 мг/кг доступного растениям калия. При пересчете в килограммах на гектар получаем 200-250, тогда как общее содержание калия в почве и надземной фитомассе в этом биогеоценозе также в пересчете на гектар, по материалам А.П. Утенковой, составляет 740 кг [9], следовательно, две третьих его приходится на надземную часть растений.

Особенность травяных (луговых) биогеоценозов заключается в том, что в них преобладающее количество фитомассы сосредоточено в подземной части – в корневой системе трав, превосходящей надземную часть в 4-5 и более раз по весу. Содержание элементов питания травяных растений также сосредоточено в их корнях, удерживающих питательные вещества от вымывания и обеспечивающих запасы в случае нарушения круговорота за счет резкого уменьшения надземной фитомассы (стравливания, выжигания, скашивания), чем объясняются малые колебания урожаев трав по годам.

В таблице 2 приведены результаты исследований лугового биогеоценоза в Ленинградской области. Здесь на злаково-разнотравном сенокосном лугу в биогеоценозе на дерново-подзолистой глееватой суглинистой почве – альбелювисоль глейниковая [10] – корни составляют 85% от общего веса фитомассы и содержат 70% общего азота и зольных веществ.

Таблица 2

**Запасы зольных элементов и азота
в злаково-разнотравном биогеоценозе, по В.А. Долотову [11]**

	Фитомасса, т/га	Зола, %	Азот	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅
			кг/га				
Урожай (сено)	2,0	5.3	24.0	14.8	8.8	44.3	5.2
Поукосные остатки	2,1.	7.6	23.2	12.9	3.7	45.5	5.4
Корни	12,4	8.3	136.4	89.2	42.2	63.2	18.7
Всего	14,5		183.6	116.9	54.7	153.0	26.3

Аналогичная картина наблюдалась в Беларуси на пойменных почвах (флювисолях) реки Березины [12]. Об этом можно судить по данным табл. 3.

Мелкозлаковый (красноовсяницевый) луг на автоморфной пойменной дерново-оглеенной внизу песчано-супесчаной почве характеризуется тем, что в корнях находится 75% общего веса фитомассы, содержится 66% общего азота и 65% всех определявшихся зольных веществ.

В биогеоценозе крупноосокового (пузырчатоосокового) луга на гидроморфной пойменной иловато-перегнойно-глеевой почве подземная фитомасса соста-

вляет 90% общего веса и почти столько же от содержания зольных веществ и общего азота, в том числе 99% железа [12].

Таблица 3

Содержание химических элементов в фитомассе абсолютно сухого вещества пойменных лугов, кг/га [12]

	Фито мас- са, т/га	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	NaO	Сумма	%
Красноовсяницевый луг										
Урожай	2,9	54,6	13,6	7,3	12,6	17,9	1,9	0,7	108,1	28,4
Опад + мхи	1,0	16,2	3,6	2,0	2,2	4,8	1,2	0,1	30,3	8,0
Корни	12,9	138,9	20,2	9,0	17,3	24,7	26,8	2,2	239,4	63,6
Всего	16,8	209,7	37,4	18,3	32,1	47,4	29,9	3,0	377,8	100
Пузырчатосооковый луг										
Урожай	0,6	63,5	9,0	6,8	3,8	10,4	1,1	0,6	95,5	9,6
Опад + мхи	5,4	13,9	2,2	1,5	1,3	2,3	2,0	0,2	23,3	2,3
Корни	44,1	373,0	64,0	23,2	21,1	47,4	345,9	7,7	882,2	88,1
Всего	48,9	450,4	75,2	31,5	26,2	60,1	349,0	8,5	1001,0	100

Даже общая характеристика отдельных луговых экосистем дает основания для суждения об их месте в геосистемах и значении в поддержании общего природного равновесия. Опыт таких исследований, основанный на анализе структуры почвенного покрова с выделением геосистем или типов земель, использование которых под естественными или в разной степени окультуренными лугами, обеспечивает малозатратное, экологически безопасное хозяйствование, позволяет установить пределы возможных изменений его в целях повышения эффективности сельскохозяйственного производства при условии сохранения хотя бы части природного равновесия.

Полевые БГЦ – агроценозы получают примерно то же количество ФАР, что и другие, то же количество осадков, но сохраняют от стекания несколько больше влаги, легко впитывающейся в пахотный слой. Однако изменения характера растительности с частой сменой культур и отчуждением значительной доли фитомассы, делают их функционирование неустойчивым и требующим для сохранения продукционной способности (плодородия) почв постоянного и строго обоснованного регулирования, так что агроценоз должен рассматриваться в качестве «управляемой» природной системы. В такой системе биоразнообразие отчасти компенсируется севооборотом, а применение удобрений заменяет естественный круговорот веществ [13].

Полевые биогеоценозы или агроценозы изучены с точки зрения экосистемной организации меньше, чем лесные и луговые. Ясно, что они обладают общностью организации только в том плане, что она непостоянна во времени. Земледельцы

при освоении и распашке лесных и луговых биогеоценозов стихийно старались воспроизвести условия, существовавшие в естественной обстановке.

Таблица 4 содержит сборную информацию о почвах разной степени окультуренности. В качестве целинной использованы данные А.П. Утенковой для лесной дерново-подзолистой супесчаной почвы, приведенные в табл. 1. Слабоокультуренные отражают средние показатели пахотных дерново-подзолистых супесчаных почв Брестской области, какими они были в 1981-1985 гг. [14] прошлого века, среднеокультуренные соответствуют состоянию почв Брестской области в 2001-2004 гг. [15], высоко окультуренные – это почвы лучших сортоиспытательных участков и частных огородов. Таблица 4 позволяет рассмотреть специфику разных стадий окультуривания почв. При этом можно отметить, что высокоокультуренные почвы по основным параметрам близки целинным, отличаясь значительно более высоким запасом элементов минерального питания в пахотном слое. Это означает, что целинная почва в основных чертах может служить моделью оптимального состояния и максимальной биопродуктивности при совокупности естественных факторов. Направленное изменение этих факторов может и должно иметь целью, прежде всего, повышение содержания элементов питания растений, включая воду и, учитывая ограничения, определяемые количеством ФАР, во избежание нерационального расхода минеральных и органических удобрений.

Таблица 4

Изменение пахотного слоя (0-20 см) дерново-подзолистых супесчаных почв под влиянием окультуривания

Состояние почвы	Целинная	Окультуренная		
		слабо	средне	высоко
Урожай	Максимальная биологическая продуктивность	Невысокие и неустойчивые	Высокие, но неустойчивые	Высокие и устойчивые
Сочетание водно-физических свойств и агрохимических показателей	Физические и агрохимические показатели одинаково благоприятны	Физические и агрохимические показатели одинаково неблагоприятны	Физические показатели неблагоприятны, агрохимические благоприятны	Физические и агрохимические показатели одинаково благоприятны
Амплитуда колебаний запаса влаги за период апрель-октябрь, мм	25	50	50	25
Запас гумуса, т/га	82,4	63,6	69,6	75,9
P ₂ O ₅ , мг/кг	150	133	151	300-400
K ₂ O, мг/кг	100	150	201	400-500
K ₂ O, кг/га	740 ^{xx}	399 ^x	600 ^x	1200 ^x
РН _{KCl}	4,5	5,6	6,2	7,0

^x) в почве.

^{xx}) в почве и в фитомассе.

В агроценозах отсутствие естественной растительности, а с ней изменение всей почвенной биоты, имеют следствием отличия условий накопления и сохранения гумуса, что издревле отмечено земледельцами и привело к необходимости регулярного внесения в почву органических материалов в качестве «полу-фабриката» для производства гумуса. При этом обнаруживаются уже специфические особенности агроценозов и, прежде всего, степень их сходства с естественными биогеоценозами. Больше всего оно проявляется между естественными (луговыми) и полевыми травяными агроценозами, а больше всего отличаются от естественных агроценозы с пропашными культурами, у которых соотношение между надземной и корневой фитомассой многократно расширено в пользу надземной, и это делает понятной особую нуждаемость таких агроценозов в органических удобрениях. Злаки, большинство которых по происхождению степные растения, могли бы компенсировать убыль гумусовых соединений за счет неотчуждаемой вегетативной фитомассы, но в этом случае большую роль играет процесс превращения растительных остатков в гумусовые вещества, определяемый биогенностью почвы: заселенностью ее микроорганизмами и насыщенностью ферментами, что еще мало изучено в качестве фактора почвообразования.

В современной научной литературе развивается новое направление изучения плодородия почв на основе оценки их рефлексорности как способности отражать информацию о факторах почвообразования в экосистемах и рассматривать агроценозы как особые природные системы.

Это позволяет сделать вывод: системный подход на пути научно-обоснованного повышения и сохранения плодородия почв – вызов современности.

ВЫВОДЫ

1. Плодородие – функция не только твердофазной части почвы, но всей экосистемы – биогеоценоза.
2. Лесные, луговые и полевые биогеоценозы существенно различаются по способу депонирования компонентов минерального питания и азота.
3. Экосистемное функционирование полевых биогеоценозов – агроценозов – находится на начальном этапе изучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковда, В.А. Основы учения о почвах / В.А. Ковда – М.: Наука, 1973. – Кн.1. – С. 144.
2. Щербаков, А.П. Эффективное плодородие почв: методические аспекты / А.П. Щербаков, Е.Е. Кислых- М.: Агропромиздат, 1990. – 77 с.
3. Романова, Т.А. Природные основы плодородия почв: материалы междунар. научно-практической конф., посвященной 100-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки БССР, д-ра с.-х. наук, профессора Р.Т. Вильдфлуша – Минск: Мин-во сельского х-ва и продовольствия республики Беларусь, 2007. – С. 163-167.
4. Романова, Т.А. Агроценоз и почва / Т.А. Романова // Плодородие почв уникальный природный ресурс – в нем будущее России: материалы Междунар. научно-практ. конф., посвящ. 125-летию книги В.В. Докучаева «Русский чернозем», Санкт-Петербург, 26 февраля – 1 марта 2008 г. – Издательский дом Санкт-Петербургского государственного университета, 2008. – С. 103 -104.

5. Экологические функции агросистемы. Модели землепользования, предполагающие сбережение плодородия. Российско-Китайский проект / Зеленская [др.] // Агрохимия. - 2008. - № 6. - с. 95-96.

6. Повышение и сохранение плодородия пахотных почв Гродненской области в современных условиях / Ф.Н. Леонов [и др.] // Земляробство і ахова раслін. - 2005. - № 6, - С. 27-28.

7. Витченко, А.Н. Теоретические и прикладные основы агроэкологического потенциала ландшафтов Беларуси: автореф. дис ... д-ра геогр. наук. / А.Н. Витченко. - Мн., 1996. - 29 с.

8. Дювинье П. Биосфера и место в ней человека (экологические системы и биосфера) / П Дювинье., М. Танг. - М.: Прогресс, 1968.

9. Утенкова, А.П. Лесорастительные свойства почв в ельниках и их влияние на продуктивность древостоев / А.П. Утенкова // Литовский НИИ лесного хозяйства, 1970. - С. 179-186.

10. Мировая коррелятивная база почвенных ресурсов: основа для международной классификации и корреляции почв; науч. ред. В.О. Таргульян и М.И. Герасимова. - М: Товарищество научных изданий КМК, 2007. - 278 с.

11. Долотов, В.А. Специфика биологического круговорота элементов в подзолистых почвах разных угодий / В.А. Долотов // Биогеохимические процессы в подзолистых почвах. - Л.: Наука, 1972.

12. Юркевич, И.Д. Геоботаническая структура и биологическая продуктивность пойменных лугов: По исследованиям поймы р. Березины / И.Д. Юркевич, Н.А. Буртыс, С.Р. Бусько. - Минск: Наука и техника, 1981 -230 с.

13. Волобуев, В.Р. Введение в энергетику почвообразования / В.Р. Волобуев. - М.: Наука, 1974. - 128 с.

14. Агрохимическая характеристика почв Брестской области (V тур). - Минск: Госагропром БССР, Бел.НИИПиА, 1987. - 66 с.

15. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель республики Беларусь - Мн.: Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, 2006. - 288 с.

SOILS OF FOREST, MEADOWS AND FIELD BIOGEOCONOSIS

T.A. Romanova

Summary

Main features of forest, meadows and field geocenosis, which are of significant importance for further perfection of our knowledge about these ecosystems in aspect of possibility of regulation their influence on production processes and fertility status conservation.

Поступила 19 ноября 2009 г.