

ПРОДУКТИВНОСТЬ АГРОЦЕНОЗОВ, ОЦЕНКА И СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

Н. В. Долгополова, А. В. Нагорных, Д. Е. Вишневецкий, Г. Г. Феоктистов
Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, г. Курск, Россия
dunaj-natalya@yandex.ru

АННОТАЦИЯ. В статье подняты вопросы развитие биосферы, которое осуществляется на фоне сложных процессов обмена вещества и энергии. Под воздействием идей В. И. Вернадского, был, совершен крупный прогресс в изучения движения химических элементов и перераспределения вещества внутри различных звеньев биосферы. Важной задачей энергетики почвообразования является разработка эффективных технологических систем повышения полноты использования солнечной энергии, на создание высокопродуктивных природных и агрокультурных биоценозов.

Ключевые слова: процесс почвообразования, солнечное излучение, энергия, почвы, микроорганизмы, биогеоценоз.

Актуальность. Впервые многостороннюю оценку круговорота и перераспределения энергии на поверхности суши – от тундры до тропиков дали многие ученые. Ими заложены основы нового научного направления – энергетики почвообразования. Источником энергии почвообразования является солнечная энергия, достигающая земной поверхности и определяемая как радиационный баланс земной поверхности [1, 2, 3]. Примерно половина его непосредственно отражается атмосферой и поверхностью земли, остальная часть трансформируется в энергию, затрачиваемую в основном на почвообразование, и используется наземными обитателями из состава флоры и фауны. Качество тепла, приходящее изнутри земного шара к поверхности почвы, очень мало по сравнению с приходом солнечным теплом, около 55 ккал/см². Почва, как и биогеоценоз, в целом формируется при взаимодействии потоков энергии, затрачиваемых на:

1. испарение и транспирацию;
2. биологические процессы (включая микробиологические, ферментативные, образование гумуса и др.);
3. гипергенное преобразование минералов;
4. перемещение веществ с фильтрующимися почвенными водами.

Ученые занимались этой проблемой и было [2] установлено, что основная часть энергии (от 95 до 99,5%) расходуется на испарение

и транспирацию. Затраты на биологические процессы составляют от 0,5 до 5% всей энергии. С увеличением радиационного баланса количество расходуемой энергии возрастает до 10–40 ккал/см² год в лесах и степях умеренного климата достигает максимума 60–70 ккал/см² год в биогеоценозах влажных тропиков. Одновременно с общим ростом энергетических затрат возрастает энергия, аккумулируемая в ежегодном приросте растительной массы. Эта зависимость может служить для оценки полноты использования радиационных и водных ресурсов на форсирование продуктивности биогеоценозов.

По смене ареалов основных почвенных типов были намечены качественные переходы сочетаний поступающей энергии и атмосферной влаги.

Методы исследований. По результатам исследований, используя гидротермическую систему с координатами; радиационный баланс R, годовая сумма осадков P, показатели эффективного увлажнения Кп и гидроряда, раскрыл объективные природные условия существования разных биогеоценозов и им соответствующих почв [3], а также их пространственное распространение. Основным источником энергий для всех процессов, протекающих в биосфере, является радиационная энергия. Границы зональных почвенных типов строго обусловлены соотношениями поступающей энергии и степенью увлажнения. При одинаковом ради-

ационном балансе возможно существование разных биогеоценозов, которые могут иметь зональное распространение. В этом случае переход от одной зоны к другой происходит при изменении количества воды участвующей в процессе влагообмена. Гидротермическая система объективно отражает наиболее общие связи основных потоков энергии в биосфере, ее целесообразно использовать в качестве основы для почвенно-генетических экосистемных исследований. Использование энергетических подходов позволило выявить ряд новых закономерных связей в многокомпонентной системе биогеоценоза – между его атмосферными, биологическими и минеральными составляющими – и дало возможность количественно охарактеризовать эти связи [4,5].

Результаты исследований. Потребление всех видов энергии составило 3×10^{20} ДЖ, или 0,01% от общего количества падающей на Землю солнечной энергии. Растения являются первичным биоэнергетическим звеном экосистем, включающим посредством фотосинтеза электромагнитную энергию солнечного излучения в жизненные процессы. Почти вся используемая человечеством энергия базируется на запасенной в процессе фотосинтеза солнечной энергии, которая является первоисточником существования, процветания и развития жизни на Земле во всей ее сложности, многообразии и красоте. По В. И. Вернадскому [6, 7],

биосфера может быть рассмотрена как область земной коры, занятая трансформаторами, переводящими космическое излучение в связанную энергию. Такими высокоорганизованными биотрансформаторами солнечной энергии на нашей планете являются биогеоценозы. На фотосинтез расходуется менее 0,1% всей проходящей на поверхность Земли солнечной энергии. Продуктивность фитомассы, полнота использования радиационной энергии и затраты энергии на почвообразование последовательно увеличиваются с ростом показателей относительной увлажненности (табл.1). Создание постоянных источников снабжения растений достаточным количеством углекислоты за счет органических удобрений, применения минеральных удобрений и стимуляторов роста благоприятствует рациональному использованию орошаемой воды, снижению затрат воды на формирование урожая сельскохозяйственных культур, что в засушливых районах имеет большое значение.

Характер и интенсивность биологических процессов в почве связаны с запасами той чистой энергии Солнца, которая, аккумулируясь в растительной массе и в почвенном гумусе, служит незаменимым источником энергии для жизнедеятельности микроорганизмов и разнообразных биологических и минеральных превращений. Для понимания и управления почвенными процессами исключительное зна-

Таблица 1. Полнота использования радиационных ресурсов (а) и затраты энергии на почвообразование (Q)

Почвенные грунта	Растительные сообщества	Радиационный баланс R ккал/см ² , год	Осадки, P, мм/год	Относительная влажность, Кп	Полнота использования радиационной энергии, а	Затраты энергии на почвообразование Q, ккал/см ² , год
Горно-луговые торфянистые	Альпийские луга	25–30	600–800	1,70	0,74	18–22
Горно-луговые дерновые	Субальпийские луга	30–35	600–800	1,38	1,38	21–25
Черноземы типичные	Разнотравные степи	35–40	450–550	0,84	0,84	20–23
Сероземно-луговые и луговые	Низинные луга	45–50	250–300	0,46	0,46	16–18

чение имеет учет суммарного количества энергии, аккумулированной в органическом веществе почв, и регулирование его баланса. Высокие величины получены для теплоты сгорания спиртобензольной фракции гумуса – 8480 кал/г представлены в таблице.

По данным почвоведов, экологов и других исследователей [8, 9], для суши земного шара, запасы гумуса составляют $2,2 \times 10^{12}$ т с запасами энергии 12×10^{18} ккал, тогда как суммарная биомасса суши (включая гумус, подстилку, высшие растения, микроорганизмы и др.) равна $5,5 \times 10^{12}$ т сухого органического вещества с содержанием энергии $27,5 \times 10^{18}$ ккал, т.е. 50% биомассы и запасов энергии суши приходится на гумусовые вещества [10]. Как отмечает В. А. Ковда, что гумусовая оболочка на Земле является мощным геохимическим аккумулятором преобразованной солнечной энергии, аккумулятором общепланетарных геологических масштабов. Установлено, что теплота сгорания гуминовых кислот в горно-луговой почве со-

ставляет 4640 кал/г, в черноземе снижается до 4510 кал/г, тогда как в каштановой и особенно в сероземной почвах она возрастает до максимальных величин – 5100–5290 кал/г. Несколько ниже теплота сгорания гуминов. Теплота сгорания фульвокислот изменяется в пределах 1520–2790 кал/г (в среднем 2200 кал/г). Высокие показатели потенциальной энергии в гуминовых кислотах сероземной и каштановой почв объясняется их богатством азотистыми, белковыми соединениями микробной плазмы. Проблема энергетики микробиологических процессов, в области энергетики микробиологических процессов, освещены лишь некоторые вопросы. При изучении количества энергии, аккумулированной микроорганизмами в почве, возникли методические трудности в определении общего числа микроорганизмов в почве и средней их массы. Масса микроскопических грибов и актиномицетов равна 5–10% массы бактерий. По средней массе микробов и общему количеству бактерий подсчитана, био-

Таблица 2. Теплота сгорания различных фракций гумусовых кислот почв, кал/г

Почва	Спиртобензольная фракция	Гуминовые кислоты	Фульвокислоты	Негидролизующий остаток (гумины)
Горно-луговая дерновая	В среднем 8480	4640	В среднем 2200 (1520–2790)	4510
Горный чернозем		4510		4200
Луговая		4830		4050

Таблица 3. Микробная масса и количество связанной энергии в почве (в слое 0–25 см)

Почва	Количество микроорганизмов, млн./г почвы	Бактерии		Актиномицеты и грибы		Всего		Микробная масса, % к гумусу	Энергия, использованная на образование микробной массы, ккал/м ²
		г/м ²	ккал/м ²	г/м ²	ккал/м ²	г/м ²	ккал/м ²		
Чернозем	7800	235	1460	15	80	250	1540	0,9	40500
Коричневая послелесная	6940	219	1360	14	70	233	1430	1,1	37600
Каштановая	5410	172	1401	13	70	185	1210	1,4	31700
Сероземная	6680	208	1290	21	110	229	1400	3,5	37000
Луговая	7240	194	1200	18	90	212	1290	1,3	34000

масса микроорганизмов в почве. Установлено, что биомасса микроорганизмов в 0–25 см слое исследуемых почв изменяется в пределах 185–250 г/см², из них на долю бактерий приходится 172–235 г/см², а актиномицетов и грибов 13–21 г/см². Содержание микробной массы в составе гумуса составляет 0,9–3,5% и существенно влияет на энергетическую природу гумусовых кислот.

Используя показатели удельной теплоты сгорания массы различных групп микроорганизмов, полученные путем сжигания микроорганизмов в калориметрической бомбе (для грибов 4900–5100, актиномицетов 5700–5800; бактерий 6200 кал/г), мы определили количество энергии, связанной в микробной массе исследуемых почв (таблица 3). При этом следует отметить значительное количество энергии в микробной массе сероземной почвы [11, 12].

Заключение. Энергетический баланс преобразования органического вещества почв имеет

теоретический интерес и практическую значимость. Так, по мнению М. М. Кононовой, при изучении поступления в почву растительных остатков и их гумификации, и не должен быть оставлен вопрос об энергетике процесса гумификации. В зависимости от интенсивности потока энергии в почве в результате поступления растительной массы и минерализации гумуса следует различать уравновешенный положительный и отрицательный баланс энергии гумусонакопления.

PRODUCTIVITY OF AGROCENOSSES, ASSESSMENT AND METHODS OF REGULATING SOIL FERTILITY

N. V. Dolgoplova, A. V. Nagornykh, D. E. Vishnevetsky, G. G. Feoktistov

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

dunaj-natalya@yandex.ru

ABSTRACT. the article raises the issues of the development of the biosphere, which is carried out against the background of complex processes of metabolism of matter and energy. Under the influence of V. I. Vernadsky's ideas, major progress was made in studying the movement of chemical elements and the redistribution of matter within various parts of the biosphere. The energy of soil formation is a new scientific direction that studies, on the basis of a systematic analysis, the patterns of transformation of solar energy spent on soil formation (physical and chemical destruction of soil-forming rocks, hypergenic transformation of minerals, evaporation and transpiration, heat exchange in the soil-atmosphere system, biological processes of transformation of organic and mineral substances, etc.), revealing objective ecological conditions of formation and distribution of soils and biogeocenoses in the biosphere.

Keywords: soil formation process, solar radiation, energy, soils, microorganisms, biogeocenosis

Литература

- 1 Акименко А. С., Дудкина Т. А., и др. Методологические основы производства заданного количества продовольственного зерна в севооборотах Центрального Черноземья // Земледелие. 2021. № 4. С. 10–14.
- 2 Гонеев И. А., Лукашова О. П., Батраченко Е. А., Лунин В. Н. Тенденции изменения современных ландшафтов среднерусской возвышенности под воздействием природных и антропогенных факторов (на примере курской области) // Проблемы региональной экологии. 2020. № 2. С. 56–63.
- 3 Batrachenko E. A., Dolgoplova N. V., Dudkina T. A. Investigation of the soil cover ecological state under the different geomorphological elements conditions // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2021. С. 42081.
- 4 Стифеев А. И., Никитина О. В. Состояние пахотных земель центрального Черноземья и основные направления воспроизводства их плодородия // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2. С. 30–35.
- 5 Пигорев И. Я., Долгополова Н. В., Батраченко Е. А., Широких Е. В. Роль естественных и антропогенных факторов на состояние чернозема выщелоченного в адаптивно-ландшафтном земледелии ЦЧЗ // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 1. С. 2–5.
- 6 Зубкова Е. Н., Белова Т. А. Физиология фотопериодической чувствительности у растительных организмов при различной продолжительности светового периода // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2017. Т. 25. № 1. С. 50–57.
- 7 Долгополова Н. В. Биологическая система земледелия и воспроизводство плодородия почвы в лесостепи центрального Черноземья // Региональный вестник. 2016. № 2 (3). С. 29–32.
- 8 Гурин А. Г., Резвякова С. В., Ревин Н. Ю. Проблемы сохранения почвы от эрозии в промышленных садах центрально-чернозёмного региона // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2017. № 4 (67). С. 32–42.
- 9 Долгополова Н. В., Павлов А. А. Биологическая активность и плотность почвы при возделывании яровой твердой пшеницы // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 4. С. 31–33.
- 10 Pykhtin I. G., Gostev A. V., Pykhtin A. I. Software decision support in the cultivation of crops // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2017. Т. 12. № 20. С. 5338–5342.
- 11 Долгополова Н. В., Пигорев И. Я. Корреляционная зависимость урожайности полевых культур от элементов её структуры // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 6. С. 7–11.
- 12 Батраченко Е. А. Оценка устойчивости компонентов ландшафтов к антропогенному воздействию как этап проектирования устойчивых агроландшафтных комплексов // В сборнике: Современные проблемы ландшафтоведения и геоэкологии. Материалы VI Международной научной конференции (к 100-летию со дня рождения профессора В. А. Деметьева). Под редакцией А. Н. Витченко. 2018. С. 179–181.