

ОЦЕНКА ИНФОРМАТИВНОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

Анастасия Александровна Рубцова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г.Новосибирск, ул. Плахотного, 10, обучающийся, тел. (913)894-72-75, e-mail: rubcova-anastasi@mail.ru@mail.ru

Юрий Степанович Ларионов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экологии и природопользования, тел. (953)859-85-80, e-mail: larionov42@mail.ru

В статье обосновывается необходимость поиска интегральных показателей плодородия почв для проведения мониторинга на основе контроля синтеза общей биомассы (органическое вещество, лежащее в основе закона плодородия почв) и продуктивности сельскохозяйственных культур с помощью современных информационных (в первую очередь, беспилотных технологий) для получения детальной информации о плодородии почвы, занятой сельскохозяйственными культурами. В тоже время важно разработать методы мониторинга баланса органического вещества почвы, отражающего его минерализацию, гумификацию и др. виды его трансформации.

Рассмотрена корреляционная зависимость урожайности зерновых культур с показателями плодородия почв и биомассой. Основной метод: корреляционный анализ и компьютерная программа Microsoft Excel.

Ключевые слова: плодородие почв, агроэкологические условия, биосинтез, органическое вещество, корреляционная зависимость, информационные технологии, закон плодородия почв

ASSESSMENT OF THE INFORMATIVE VALUE OF SOIL FERTILITY INDICATORS

Anastasia A. Rubtsova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Cadastre and Territorial Planning, phone: (913)894-72-75, e-mail: rubcova-anastasi@mail.ru@mail.ru

Yuri S. Larionov

Siberian state University of Geosystems and Technologies, 10 Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, doctor of agricultural Sciences, Department of Ecology and Environmental Management, phone: (953)859-85-80, e-mail: larionov42@mail.ru

The article substantiates the need to search for integral indicators of soil fertility for monitoring based on the control of the synthesis of total biomass (organic matter underlying the law of soil fertility) and crop productivity with the help of modern information (primarily unmanned technologies) to obtain detailed information about the fertility of the soil occupied by agricultural crops. At the same time, it is important to develop methods for monitoring the balance of soil organic matter, reflecting its mineralization, humification, etc. types of its transformation.

The correlation between the yield of grain crops and the indicators of soil fertility and biomass is considered. The main method: correlation analysis and the Microsoft Excel computer program.

Keywords: soil fertility, agroecological conditions, biosynthesis, organic matter, correlational dependence, information technologies, law of soil fertility

Введение

Проблема продовольственной безопасности требует смены старой парадигмы увеличения сельскохозяйственного производства, основанного на широкой химизации, так как она ведет к понижению потенциального плодородия и постепенной деградации почв. В нынешних обстоятельствах, с целью эффективного формирования экологически чистого сельскохозяйственного производства необходим переход к биоземледелию, как эволюционно обоснованному управляемому человеком процессу возделывания культурных растений и повышения плодородия почвы в конкретных агроэкологических условиях, основанный на взаимодействии почвы с другими видами растений, животными и микроорганизмами, обеспечивающему их защиту от болезней, вредителей и сорных растений биологическим путем, позволяющим получать экологически чистую продукцию [1-7]. При этом плодородие почвы считается восстанавливаемым ресурсом, т. е. человечество в состоянии целенаправленно регулировать его, как сегодня, так и в перспективе. В связи с этим, актуальным является качественный мониторинг за плодородием почв в сельскохозяйственном производстве.

В состав растительных и животных организмов входят, как утверждает современная биологическая и сельскохозяйственная наука все известные (или еще не известные) прикладные стабильные и не стабильные химические элементы. В настоящее время их насчитывается более 80 постоянно обнаруживаемых в растениях химических элементов, так или иначе участвующих в жизненных процессах. В этой связи следует отметить, что растения используют для своего роста и развития весь спектр химических элементов неживой природы, используя физико-химические свойства каждого из них для своих нужд, но лишь 27 из них имеют вполне установленное значение и встречаются в живых организмах постоянно. При этом соотношение этих компонентов в живых организмах совершенно другое, нежели в земной коре, представленной геохимией [4,6,7].

В то же время все организмы имеют очень похожий химический атомный состав, в котором углерод выступает в качестве важнейшего "строительного" элемента. Например, в глюкозе содержание углерода достигает более 30 %. Это сходство не может быть объяснено распределением элемента в земной коре, где содержание углерода не превышает 0,32–0,35 %. Из известных в настоящее время 108 элементов, включенных в таблицу Д. И. Менделеева, лишь немногие входят в достаточно больших количествах в состав биологических молекул. Об этом можно судить по содержанию основных биофильных элементов в биосфере, что отражает молекулярно-химическую специфику живой материи в сравнении с косной. Поэтому необходимыми для всех биологических объектов являются макроэлементы: Н, С, О, N, S, P, Ca, Mg, K, Na, Cl. Регулярно, но в меньших количествах, присутствуют одинаково необходимые для жизни микроэлементы: Cu, Mn, Zn, Mo, Co, у животных также F, J, Fe, а у растений - В, Cd. Большинство же элементов таблицы Д. Менделеева не обнаруживаются современными методами аналитической химии или их содержание в живой материи очень мало. Вероятно, они обеспечивают в короткий промежуток онтогенеза какие-то важные

каталитические процессы в живых организмах. Поэтому целесообразно рассматривать плодородие почвы через биохимический состав живых организмов и в первую очередь растений [4, 6, 7], не делая основной акцент на агрохимической характеристике почвы [8, 9 и мн.др.].

Обобщение научных исследований влияния органических удобрений в агрономической практике за последние 25–30 лет [1, 7–14] показывает, что на различных видах злаковых и многих других видах растений, в фазу кущения органические удобрения на гуминовой основе обеспечивают закладку большого числа побегов. Определенное количество серы, азота, бора и других веществ поступает в растение через листья и корни. Чем быстрее разворачивается рабочая листовая и корневая поверхность, и чем большую площадь она будет составлять, тем эффективнее осуществляется корневое и воздушное питание растений и большее количество вышеизложенных питательных веществ будет усвоено растением. Что, в свою очередь, ведет к увеличению урожая и его качества. По окончании онтогенеза, последующая минерализация растительных остатков увеличивает в почве содержание легкорастворимых в воде калийных, азотных и фосфорных соединений в несколько/раз, что позволяет уменьшить дозу вносимого NPK от 50% до 80%. Биохимические преобразования органических веществ в гуминовые вещества обуславливает такое направление обменных процессов в растительном организме, которое приводит к стимуляции синтеза этих веществ (фитогормонов). Следует напомнить [7–14], что одним из составляющих органического вещества в почве являются: гуминовые, гиметомелановые, фульвокислоты. Основу последних составляет широкий спектр низкомолекулярных органических веществ: а) аминокислот; б) углеводов (глюкоза, фруктоза, сахароза, мальтоза и другое); в) водорастворимых карбоновых кислот, среди которых преобладают янтарная, щавелевая, яблочная, фолиевая, галловая, лимонная, бензойная, салициловая и другие; г) витамины (В1, В2, В12, РР и другие); д) макро- и микроэлементы в форме биодоступных органических соединений и минерализованном, доступном для растений и других живых форм виде.

В процессе использования земель, формируемая в процессе фотосинтеза биомасса гарантирует не только образование и накопление гумуса в почве, но и содержит в своем составе целый ряд важных микроэлементов, таких как медь, цинк, бор, марганец, молибден, кобальт, которые при разложении образует с гуминовыми веществами комплексы, легко усваиваемые растениями. Именно гуминовые вещества наиболее эффективно транспортируют микроэлементы в растение. В данных сложных процессах участвуют все виды биоты, для которых биомасса является источником энергии необходимой для существования. Даже достаточно краткое обобщение роли органического вещества, синтезируемого растениями и видами, обитающими в почве, показывает огромное значение биомассы (органического вещества) и биоты почвы в существовании самой почвы, биосферы и экологии планеты [7–16]. При этом биомасса может выступать в качестве интегрального показателя эффективности работы генотипа возделываемого сорта, способности его извлекать из почвы необходимые элементы питания и плодородия почвы. Таким образом, биомасса сосредоточивает в себе рассеян-

ные во внешней среде химические/элементы необходимые для роста и развития возделываемых растений.

Таким образом, изучение химического состава живых и неживых объектов природы показывает, что преобладание отдельных элементов среди них различна. Живые организмы способны избирательно поглощать и накапливать необходимые для них химические элементы из окружающей среды. Таким образом предъявляются различные требования к плодородию почвы. В то же время живые организмы накапливают в основном элементы с низкими атомными массами. Однако для некоторых жизненных процессов необходимы и элементы с высокой атомной массой, например, молибден, но содержание их незначительно.

Во многих науках – биологии, биофизике, биохимии, физиологии растений и животных, микробиологии, геологии, почвоведении, земледелии, растениеводстве и мн. др. науках, раскрывается физико-химическая, почвоведческая и агрономическая сущность синтезируемой в процессе фотосинтеза биомассы (органическое вещество). В результате можно сделать вывод о том, что органическое вещество в почве является основой её плодородия для большинства видов живых организмов и их существования в процессе эволюции, что позволяет поддерживать ее плодородие на основе баланса. Поступающее в почву органическое вещество, которое в основном является продуктом фотосинтеза растений, также является источником энергии для биоты и преобразуется ею, обеспечивая различные аспекты ее плодородия. Органическое вещество, которое подвергается биохимическим преобразованиям различными видами биоты, обеспечивает плодородие и регулирует практически все биохимические процессы растительной клетки и многих живых организмов, обитающих в почве и возделываемых на ней культурах [6-15]. Оно активизирует поглощение растениями ультрафиолетового излучения и ускоряет процесс фотосинтеза в листьях. Листья приобретают интенсивную зеленую окраску, поглощая определенный спектр солнечного излучения и мн. др., что используется современной космической и аэрофотосъемкой.

Результаты

Еще раз подчеркнем, что, несмотря на многочисленные научные исследования, нет четкого и однозначного ответа, что такое почвенное плодородие и чем оно определяется. Наши исследования [1–7] наглядно показывают, что основой плодородия почв является синтез биомассы в конкретных агроэкологических условиях, т. е. его целесообразно рассматривать его через биохимический состав живых организмов и в первую очередь через синтез растительной биомассы (органическое вещество почвы). Конечно, геохимический состав материнской породы и агроэкологические условия играют значительную роль в формировании плодородия почвы, но все же решающую роль в нем, как и в процессе эволюции самой почвы, играет биомасса (органическое вещество), синтезируемая самими растениями и другой почвенной биотой в конкретных агроэкологических условиях.

В связи с этим встает проблема – как правильно организовать и методически четко осуществлять мониторинг земель сельскохозяйственного назначения? Согласно Методике расчета почвенного плодородия (приказ МСХ РФ от 6 июля 2017г. №325) показатель плодородия рассчитывается как среднее от суммы соотношений фактических значений четырех агрохимических показателей к их оптимальным значениям по всем типам почв посевных площадей сельскохозяйственных культур в субъекте Российской Федерации. В расчете учитываются следующие агрохимические показатели:

- кислотность почв (рН, ед.);
- содержание гумуса (%);
- содержание подвижных форм фосфора (P₂O₅, мг/кг почвы);
- содержание обменного калия (K₂O, мг/кг почвы).

Показатель кислотности для щелочных почв рН(H₂O) рассчитывается как соотношение оптимального значения показателя к фактическому, для кислых почв рН(KCl)- фактического к оптимальному.

Как видим, о балансе органического вещества речь не идет. Какова же корреляционная зависимость урожайности зерновых культур с показателями плодородия почв и биомассой.

Корреляционная зависимость между урожайностью зерновых культур и показателями плодородия почвы, агроэкологическими условиями в районах Новосибирской агломерации (2014 -2019 гг.).

Наименование показателя	Значение корреляции
Калий	0,864
Кислотность солевая	0,837
Фосфор	0,803
Сумма активных температур	0,643
Медь	0,462
Кобальт	0,297
Молибден	0,286
Гумус	0,22
Запасы гумуса в метровом слое	-0,228
Балл бонитета	-0,252
ГТК	-0,542
Кислотность водная	-0,552
Цинк	-0,66
Марганец	-0,926

Наиболее значимые среди принятых показателей плодородия почв и агроэкологических условий являются - содержание подвижных форм фосфора и калия, кислотность солевая (рН(KCl)), а также агроэкологический показатель суммы активных температур. В тоже время корреляционная связь между общей

надземной биомассой (ц/га) и оставляемой в виде сидеральных удобрений или пожнивных остатков и урожайностью зерновых культур в районах Новосибирской агломерации достаточно высокая 0,78.

Заключение

Исследования показывают, что для оценки потенциального плодородия почвы необходимо учитывать показатель синтеза биомассы и агроэкологические условия. Это может быть реализовано при мониторинге на основе данных дистанционного зондирования. С помощью мониторинга можно определить потребность растений в элементах питания, составить прогноз и разработать оперативные меры по предотвращению негативных почвенных процессов, использовать наиболее рациональные средства химизации и другие агротехнические методы управления реализацией генетического потенциала продуктивности возделываемых культур и сортов.

Таким образом, необходимо разработать новый интегральный показатель плодородия почв и новые технологии производства сельскохозяйственной продукции. Баланс органического вещества почвы в весенний, летний и осенний периоды может быть таким показателем, так как он будет отражать наличие всех необходимых химических элементов для роста и развития растений, которые сосредоточены в органическом веществе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ларионов Ю.С. Управление адаптивностью сорта / Ю.С. Ларионов, Л.М. Ларионова, Е.П. Новокрецинов – Челябинск: Челябинский ГАУ, 2004. – 301 с.
2. Ларионов Ю.С. Пути повышения продуктивности и стабильности функционирования агроэкосистем / Ю.С. Ларионов, Н.А. Ярославцев, А.А. Косов, О.А. Ларионова – Сб. материал. II межд. науч.-практ. конф. «Эколого-экономическая эффективность природопользов. На современном этапе развития Западно-Сибирского региона» Омск, ОмГПУ, 2008 – С.100-104.
3. Ларионов Ю.С. Основы общей экологии и устойчивости биосферы / Ю.С. Ларионов, Л.М. Ларионова, Ю.П. Логинов – Тюмень: Тюменская ГСХА. Омск: Омский ГАУ, 2009. - 441 с.
4. Ларионов Ю.С. Закон плодородия почвы биологического земледелия. Сб. материалов межд. народн. Практ. конф. Посвящ. 75-лет. Ю.И. Ермохина /Ю.С. Ларионов/, Омск, Омский ГАУ, 2010. – С.138-147.
5. Ларионов Ю.С. Основы эволюционной теории (концепции естествознания и аксиомы современной биологии в свете эволюции материи) / Ю.С. Ларионов, РГТЭУ, Омский институт (филиал), Омск, 2012 – 233 с.
6. Ларионов Ю.С. Биоземледелие – новая парадигма сельскохозяйственного производства и повышения плодородия почв / Ю.С. Ларионов, О.А. Ларионова, Е.И. Баранова, Б.В. Селезнев/. Монография в 2 томах. 1т. – 288с. 2 – 209 с. Новосибирск, СГУГиТ. 2016.
7. Ларионов Ю.С. Биоземледелие и закон плодородия почв. Сибирская гос. геодез. академ., Омский ГАУ, Омск, 2012.- 207 с.
8. Каштанов А.Н. Основы ландшафтно-экологического земледелия / А.Н. Каштанов, Ф.Н. Лисецкий, Г.И. Швец/ - М.: Колос, 1994. – 383 с.
9. Кирюшин В.И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов. /В. И. Кирюшин, М. «КолосС» 2011. – 443 с.

10. Конев А.А. Система биологизации земледелия. Новосибирский ГАУ, Новосибирск, 2004. – 51 с.
11. Яшутин Н.В., Дробышев А.П., Хоменко А.И. Биоземледелие (научные основы, инновационные технологии и машины)/ Н.В. Яшутин, А.П. Дробышев, А.И. Хоменко – Барнаул, изд. АГАУ, 2008. – 191 с.
12. Курдюмов Н.И. Мастерство плодородия /Н.И. Курдюмов. – Ростов на Дону: Изд. Дом «Владис», 2007. – 512 с.
13. Овсянников Ю.А. Теоретические основы эколого-биосферного земледелия / Ю.А. Овсянников, - Екатеринбург, изд. Уральского ГУ, 2000. – 263с.
14. Березин Л.В., Кленов Б.М. В.В. Леонова. Экология и биология почв. ФГОУ ВПО Ом-ГАУ, Омск. – 122 с.
15. Штерншис М.В. Биологическая защита растений / М.В. Штерншис. М.: «КолосС» 2004.- 264 с.
16. Темников, В.Н. Система дистанционного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения / В.Н. Темников, А.В. Столпаков, Д.И. Рухович.

© А. А. Рубцова, Ю. С. Ларионов, 2021