



Н.Н.Семененко

**АГРОХИМИЧЕСКИЕ
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
СОСТАВА СОЕДИНЕНИЙ
АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ
В ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ**



УДК: 631.445.12:[631.42:631.416]

Семененко, Н. Н. Агрохимические методы исследования состава соединений азота, фосфора и калия в торфяных почвах / Н. Н. Семененко. – Минск: Беларус. навука, 2013. – 78 с. – ISBN 978-985-08-1527-9

В издании изложены методы определения содержания валовых форм и соединений азота, фосфора и калия в торфяных почвах разных стадий эволюции.

Предназначено для использования в научных учреждениях, агрохимической службе и учебных заведениях Республики Беларусь.

Табл. 15. Библиогр.: 29 назв.

Одобрено Ученым советом РУП «Институт мелиорации» (протокол № 6 от 26 марта 2012 г.).

Утверждено научно-техническим советом Главного управления растениеводства Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (протокол № 11 от 25 мая 2012 г.).

Р е ц е н з е н т ы:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, С. Е. Головатый,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Г. А. Соколов

На обложке: посевы озимого тритикале на антропогенно-преобразованных торфяных почвах.

ISBN 978-985-08-1527-9

© Семененко Н. Н., 2013

© Оформление. РУП «Издательский
дом «Беларуская навука», 2013

ВВЕДЕНИЕ

Торфяные почвы образуются в процессе естественного отмирания, неполного распада и гумификации отмерших болотных растений в условиях избыточного увлажнения и недостатка кислорода. Они состоят из органической и минеральной частей. Органическая часть этих почв состоит из растительных остатков и продуктов их превращения – гумусовых веществ. Органическое вещество торфа отличается от органического вещества растений – торфообразователей присутствием гумусовых веществ. Торфяные почвы в естественном состоянии имеют очень высокое содержание азота, низкое – фосфора и очень низкое – калия.

После осушения и в результате сельскохозяйственного использования в торфяных почвах коренным образом меняется направление почвообразовательного процесса, круговорота органического вещества и накопленной энергии. Приводит это к разрушению торфяного слоя, уменьшению запасов органического вещества, изменению морфологических, химических, физико-химических, биологических свойств и снижению уровня эффективного плодородия почв [3, 5, 6, 8, 12, 13, 15, 16, 20–22, 24, 26, 27, 29]. На месте торфяных формируются почвы торфяно-минеральные, минеральные остаточно-торфяные и минеральные постторфяные. В настоящее время из 1068 тыс. га бывших торфяных почв, используемых в сельском хозяйстве, образовалось более 200 тыс. га органо-минеральных почв разной степени деградации (содержание органического вещества менее 50%). Площади таких почв постоянно увеличива-

ются и по прогнозу в перспективе могут достигнуть 300–350 тыс. га.

При разработке приемов интенсификации земледелия на торфяных почвах разных стадий антропогенной эволюции важнейшее значение имеет объективная оценка состояния свойств и прогноз их возможных изменений во времени под влиянием техногенных факторов. Для рационального использования этих почв, сохранения и повышения их плодородия необходимо знать закономерности развития, тенденции трансформации свойств и уметь воздействовать на эти изменения. Не менее актуальна и проблема идентификации торфяных почв различных стадий эволюции.

В современных условиях при решении задач рационального использования таких почв, оценки их агроэкологического состояния и сохранения от деградации возрастает актуальность использования новых критериев их свойств – трансформация состава соединений азота, фосфора и калия – важнейших показателей почвенного плодородия, которые на этих почвах изучались недостаточно.

Вопрос о формах аккумуляции азота, фосфора и калия в почвах, степени их подвижности и усвояемости растениями имеет большое научное и практическое значение. Поэтому для изучения трансформации свойств торфяных почв и оценки их агроэкологического состояния важно располагать соответствующей методологической основой. Для минеральных почв разработаны и получили признание методы определения состава соединений азота – Бремнера (1965); Шконде-Королевой (1975); фосфатов – Чирикова (1947); Чанга-Джексона (1957); Гинзбург-Лебедевой (1971); по калию – Важенина (1975). Все они имеют большие или меньшие недостатки, которые затрудняют возможность их использования для проведения исследований с торфяными и антропогенно-преобразованными торфяными почвами.

Несомненно, исследователями может быть востребован метод определения потенциально усвояемой (активной) фракции азота почвы, включающей минеральные и легко-

минерализуемые (ближайший резерв минеральных) соединения, азот которых в течение вегетационного периода вступает в малый биологический круговорот и может быть усвоен растениями. С помощью этого метода возможна как оценка плодородия почв и их диагностика, состояние и прогноз интенсивности процесса минерализации органических соединений торфа почв разных стадий эволюции, так и разработка более эффективной системы применения удобрений сельскохозяйственных культур в севообороте, возделываемых на этих почвах.

Важным направлением агрохимических исследований торфяных почв разных стадий антропогенной эволюции является разработка на основе многокомпонентного экстрагирования методов определения содержания доступных растениям соединений азота, фосфора и калия из одной вытяжки. Используя такие методы, можно обеспечить проведение оперативной почвенной диагностики и на этой основе дифференцированное по полям, с учетом содержания в них элементов питания, применение доз минеральных удобрений.

Ниже изложены впервые разработанные высокопроизводительные, энерго-ресурсоэкономные методы определения состава соединений (в том числе и доступных растениям) азота, фосфора и калия в торфяных почвах разных стадий эволюции. Новизна и оригинальность многих методов подтверждена патентами.

Автор выражает искреннюю благодарность агрохимику С. И. Жмачинской за оказание помощи в выполнении аналитических работ, а также доктору сельскохозяйственных наук, профессору С. Е. Головатому, заведующему лабораторией РУП «Институт почвоведения и агрохимии», и кандидату сельскохозяйственных наук, доценту Г. А. Соколову, заведующему лабораторией агроэкологии Института природопользования НАН Беларуси за рецензирование данной работы, ценные советы и пожелания.

1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА

Азот входит в состав гумусовых веществ почвы. Накопление его – характерная черта почвообразовательного процесса, обусловленная биологическим круговоротом веществ в системе «почва–растение». В то же время азот – важнейший элемент питания растений. Величина общего его запаса в почвах является показателем их потенциально-го плодородия.

Азот в торфяных почвах в основном представлен органическими и частично минеральными: нитратными, нитритными и аммонийными соединениями. Концентрация общего азота в торфяных и антропогенно-преобразованных торфяных почвах в зависимости от содержания в них органического вещества колеблется в пределах от 0,15 до 4,0%. В этих почвах минеральные соединения азота представлены преимущественно нитратной формой, содержание которой может достигать 200–300 мг/кг почвы и более. Поэтому в торфяных и антропогенно-преобразованных торфяных почвах при определении содержания общего необходимо учитывать и нитратную форму азота.

Общий азот почвы определяют методами Кьельдаля, Тюрина, Голубева, Дюма и микродиффузионным методом Конвея [1]. Наиболее широкое распространение в практике нашло применение метода Кьельдаля, но он дает заниженные результаты, так как этим методом не учитывается азот нитратов. При определении содержания общего азота в почвах с высоким содержанием нитратной формы (торфяные) для более точной характеристики этого показателя необходимо

использовать метод Кьельдаля-Иодльбауэра или учитывать содержание нитратной формы азота отдельно. Модификаций метода определения общего азота в почвах много. Однако в основе всех их лежит проведение двух операций:

– мокрое озоление органического вещества почвы концентрированной серной кислотой (уд. масса 1.84) при кипячении ($t = 388\text{ }^{\circ}\text{C}$) в присутствии катализаторов. Выделяющийся при разложении органического вещества аммиак связывается серной кислотой, образуя сернокислый аммоний;

– разложение сернокислого аммония доведением реакции раствора до сильнощелочной, прибавлением едкого натрия. Образующийся при этом аммиак отгоняют в раствор кислоты и определяют его количество объемным методом.

Под влиянием антропогенных факторов (мелиорация, сельскохозяйственное использование, применение удобрений и др.) процессы трансформации соединений азота в почве протекают постоянно. Поэтому для оценки почвообразовательного процесса и прогноза обеспеченности растений азотом наряду с содержанием общего и минерального важное значение имеет определение легко- и трудногидролизующихся органических соединений азота – ближайшего резерва минерального. Для их извлечения применяют кислотный и щелочной гидролиз (методы Бремнера, 1965; Воробьева в модификации Шконде и Королевой, 1975; Турчина, 1965).

Для агрохимической оценки состава соединений азота почвы наиболее приемлемым является метод Шконде и Королевой [1], позволяющий объективно судить о качественных и количественных изменениях азотного фонда почвы. Применяя этот метод, можно определить содержание в ней соединений азота, различающихся по степени доступности растениям: минеральные, легко-, трудно- и негидролизующиеся. По соотношению этих фракций также судят о подвижности азотного фонда почв.

В результате применения метода двухступенчатого кислотного гидролиза общий азот разделяется на структурные части и следующие соединения:

1) минеральные, которые включают азот нитратов, нитритов и обменного аммония;

2) легкогидролизуемые – амиды, часть аминов, часть необменного аммония;

3) трудногидролизуемые – часть аминов, амиды, необменный аммоний, часть гуминов;

4) негидролизуемые – большая часть аминов, гумины, меланины, битумы, остаток необменного аммония.

Однако метод Шконде и Королевой разработан для минеральных, прежде всего, подзолистых и дерново-подзолистых почв. При рекомендуемом узком (1:5) соотношении почвы к экстрагенту (H_2SO_4) торфяная и антропогенно-преобразованная торфяная почва плохо смачивается. Поэтому точное количественное определение соединений легко-, трудно-, а значит и негидролизуемых соединений азота в этих почвах по этому методу не представляется возможным. Кроме того, отгон аммиака легко- и трудногидролизуемых соединений из фильтратов суспензии по Кьельдалю производят в сильнощелочной среде при кипячении. Это приводит к дополнительному отщеплению аммония из органического вещества и искажению результатов определения состава соединений азота в торфяных почвах.

Предлагается способ определения содержания легко- и трудногидролизуемых соединений азота, включающий соотношение 1:20 почва: экстрагирующий раствор соответственно в виде 0,25 и 2,5 М серной кислоты, с последующим измерением концентрации азота в фильтрате с использованием фотометрического метода с длиной волны фильтра 670 нм и обработкой результатов фотометрирования с помощью персонального компьютера.

За счет замены отгона азота на аппарате Кьельдаля или его модификациях на фотоколориметрическое определение концентрации с последующим проведением расчетов с помощью персонального компьютера существенно упрощается проведение анализа общего и соединений азота торфяных почв, повышается его точность и производительность труда.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА	6
1.1. Определение общего азота.....	9
1.1.1. Получение минерализата	9
1.2. Определение содержания органических соединений азота	16
1.2.1. Определение легкогидролизуемых соединений азота.....	16
1.2.2. Определение трудногидролизуемых соединений азота	19
1.3. Определение содержания минеральных соединений азота.....	23
1.3.1. Приготовление экстрагирующего 0,2 М раствора уксусной кислоты.....	23
1.3.2. Получение вытяжки из почвы	23
1.3.3. Определение нитратного азота.....	24
1.3.4. Определение азота обменного аммония.....	29
1.4. Определение содержания потенциально усвояемых соединений азота	32
1.4.1. Отбор проб почвы для анализа	35
1.4.2. Аппаратура, материалы и реактивы	35
1.4.3. Подготовка к анализу.....	36
1.4.4. Получение вытяжки из почвы	37
1.4.5. Проведение анализа	38
1.4.6. Обработка результатов	38
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА СОЕДИНЕНИЙ ФОСФАТОВ	40
2.1. Определение валового фосфора.....	41
2.1.1. Получение минерализата.....	41
2.1.2. Аппаратура, материалы и реактивы	42
2.1.3. Подготовка к анализу.....	43
2.1.4. Проведение анализа	45
2.1.5. Обработка результатов	45
2.2. Определение содержания минеральных и органических соединений фосфора	46

2.2.1. Отбор проб почвы для анализа минеральных соединений фосфора.....	47
2.2.2. Аппаратура, материалы и реактивы.....	47
2.2.3. Подготовка к анализу.....	47
2.2.4. Проведение анализа.....	50
2.2.5. Обработка результатов.....	50
2.3. Определение подвижных форм и труднорастворимых соединений фосфатов.....	52
2.4. Определение легкорастворимых соединений фосфатов.....	52
2.4.1. Отбор проб почвы для анализа.....	52
2.4.2. Аппаратура, материалы и реактивы.....	52
2.4.3. Подготовка к анализу.....	53
2.4.4. Получение вытяжки из почвы.....	54
2.4.5. Проведение анализа.....	54
2.4.6. Обработка результатов.....	54
3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА СОЕДИНЕНИЙ КАЛИЯ.....	56
3.1. Определение валового калия.....	56
3.1.1. Получение минерализата.....	56
3.1.2. Аппаратура, материалы и реактивы.....	56
3.1.3. Подготовка к анализу.....	57
3.1.4. Проведение анализа.....	58
3.2. Определение обменных форм калия.....	60
3.2.1. Отбор проб почвы для анализа.....	60
3.2.2. Подготовка к анализу.....	60
3.2.3. Получение вытяжки из почвы.....	61
3.2.4. Проведение анализа.....	61
3.2.5. Обработка результатов.....	62
3.3. Определение подвижных форм калия.....	63
3.4. Определение водорастворимого калия.....	63
3.4.1. Отбор проб почвы для анализа.....	63
3.4.2. Подготовка к анализу.....	64
3.4.3. Получение вытяжки из почвы.....	65
3.4.4. Проведение анализа.....	65
3.4.5. Обработка результатов.....	65
4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОСТУПНЫХ РАСТЕНИЯМ СОЕДИНЕНИЙ ФОСФОРА И КАЛИЯ.....	67
4.1. Пропись приготовления экстрагирующего 0,2 М раствора уксусной кислоты и получения вытяжки из почвы изложены в п. 1.3.1. и 1.3.2. при описании хода анализа содержания в почвах нитратного и аммонийного азота.....	67
4.2. Аппаратура, материалы и реактивы.....	67

4.3. Подготовка к анализу	68
4.3.1. Приготовление окрашивающего реактива.....	68
4.3.2. Приготовление образцовых растворов фосфора и калия	69
4.4. Проведение анализа.....	70
4.4.1. Определение фосфора	70
4.4.2. Определение калия	70
4.5. Обработка результатов.....	70
Литература	72
Приложения	75