

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА В АГРОДЕРНОВО- ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

С.В. Дробыш¹, Г.С. Цытрон², О.В. Матыченкова², Т.В. Бубнова²

¹Проектный институт Белгипрозем, г. Минск, Беларусь

²Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время массовое определение гумуса в почвах входит в содержание работ по крупномасштабному почвенному картографированию и (или) корректировке почвенных материалов предыдущих обследований, по агрохимическому обследованию обрабатываемых земель сельскохозяйственных организаций, по подготовке исходных данных для поучастковой кадастровой оценки земель, поскольку при подготовке исходных данных для поучастковой оценки предполагается выборочная актуализация сомнительных значений содержания гумуса. В не меньшей степени потребность в экспрессном определении показателей гумуса может возникать на этапе рассмотрения и согласования результатов оценки с землепользователями – сельскохозяйственными организациями и крестьянскими (фермерскими) хозяйствами для выявления сомнительных с точки зрения землепользователя значений оценочных баллов плодородия земельных участков.

Существует достаточно много способов определения гумуса [1–7]. К тому же в научной литературе имеется довольно обширная информация о влиянии гумуса и гранулометрического состава почв на их спектральную отражательную способность [8–13]. Нами также исследовано воздействие этих почвенных компонентов на отражательную способность пахотных (агрогумусовых) горизонтов агродерново-подзолистых почв [14, 15] и установлено, что почвы с одинаковым содержанием гумуса, дифференцированные по гранулометрическому составу, имеют разные спектральные коэффициенты отражения на одной длине волны и что длина волны в 750 нм является наиболее информативной для характеристики отражательной способности исследуемых почв. Именно эти исследования положены в основу разработки спектрофотометрического способа определения гумуса в агродерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава.

Цель данных исследований – разработка спектрофотометрического способа определения содержания гумуса в агрогумусовых (пахотных) горизонтах агродерново-подзолистых почв, дифференцированных по гранулометрическому составу.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований явились автоморфные агродерново-подзолистые почвы разного гранулометрического состава, занимающие 47% площади пахотных земель республики [16]. Исследовано 399 образцов из агрогумусовых

1. Почвенные ресурсы и их рациональное использование

горизонтов вышеназванных почв: 122 образца легкосуглинистых разновидностей; 132 – связносупесчаных; 145 – рыхлосупесчаных и связнопесчаных. Содержание гумуса колебалось от 1,18% до 4,86%. Образцы отбирались в различных почвенно-экологических регионах республики и характеризуют все разнообразие разновидностей агродерново-подзолистых почв нашей страны.

Спектральные коэффициенты отражения на длине волны в 750 нм (СКО λ_{750}) зарегистрированы в лабораторных условиях на спектрофотометре СФ–18. Аналитическое определение гумуса выполнено в лаборатории почвенно-агрохимических анализов РУП «Институт почвоведения и агрохимии» и в аналитических лабораториях РУП «Проектный институт Белгипрозем» и ОАО «Агрохимпроект» по ГОСТ 26213–91. Математическая обработка данных выполнена с помощью статистического пакета «Анализ данных» программы MicrosoftExcel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Самым распространенным способом определения содержания гумуса в почвах, используемым при проведении практически всех научно-исследовательских работ, крупномасштабных почвенных и агрохимических обследований земель, является ГОСТ 26213–91 (химический), основанный на обработке образцов почвы раствором хромовой смеси с последующим определением трехвалентного хрома, эквивалентного содержанию гумуса, на фотоэлектроколориметре [1, 2]. Он представляет собой достаточно длительный трудоемкий процесс, требующий использования относительно дорогих химических реактивов и опытного химика-аналитика.

К другим способам относятся:

– определение содержания гумуса в пахотном горизонте минеральных почв по сумме фракций гранулометрических элементов менее 0,001 мм (фракции ила) с дополнительным определением сумм осадков и среднесуточных значений дефицита влажности воздуха за год для вычисления годового дефицита увлажнения, вводимого затем в формулу расчета стабилизированного уровня содержания гумуса. Как видим, требуется достаточно большое количество данных, одни из которых устанавливаются аналитическим путем (гранулометрический состав довольно трудоемкий вид анализа), а другие берутся из климатических справочников или вычисляются [3];

– экспресс-анализ определения гумуса в почвах, основанный на сравнении цвета почвенных горизонтов с эталонными образцами почв с помощью цифровой фотокамеры и компьютерной программы, является весьма перспективным, но для этого нужно иметь базу данных эталонных образцов с весьма широким диапазоном содержания в них гумуса, а ее в Беларуси пока нет. Существующая база данных этого способа охватывает в основном почвы дернового типа почвообразования, который не характерен для территории нашей страны [4];

– одновременное определение содержания гумуса и фосфора в почвах по калибровочному графику, построенному на основании установленной корреляционной зависимости между концентрацией радионуклида тория и содержанием фосфора и гумуса, требует определения тория химическим, радиохимическим или

спектрофотометрическими методами. Для любого из первых двух необходимо время, а спектрофотометрический выигрывает во времени, но уступает по точности (ошибка в определении гумуса составляет $\approx 40\%$) [5];

– рентгенфлуоресцентный способ определения содержания гумуса основан на соотношении мышьяка к кобальту на предварительно построенном калибровочном графике на основании трех почвенных стандартов (Курский чернозем – СП–1; Московская дерново-подзолистая почва – СП–2 и Прикаспийская светлокаштановая почва – СП–3), в расчете на содержание мышьяка в почвах 2,5–7,5 мг/кг, кобальта – 10–14 мг/кг. В минеральных почвах Беларуси среднее содержание кобальта составляет 6 мг/кг (пределы колебаний 3–8,5 мг/кг), а содержание мышьяка в среднем ниже пределов чувствительности анализа [6, 17, 18].

В перечне веществ и методик определения их концентраций, допустимых к измерению на спектрофотометрах серии РV1251, фотометрах РМ21111, РА2600 и спектрофлуориметре СМ2203, указано также и органическое вещество почв при оптимальной длине волны 590 нм (λ_{590}). Аналогичное упоминание о возможности массового определения гумуса на спектрофотометре «Инфрамед–61» имеется в статье С.Т. Самохвалова и др. в юбилейном сборнике «30 лет ЦИНАО» без дополнительных комментариев [7].

Исходя из этого, мы попытались разработать спектрофотометрический способ определения содержания гумуса, который позволял бы в большей степени устранить недостатки вышеперечисленных методов.

Для решения поставленной задачи было необходимо, во-первых, установить закономерности влияния содержания гумуса в агрогумусовом горизонте агродерново-подзолистых почв на показатели их спектральной отражательной способности, а во-вторых, установить соответствие между содержанием гумуса, полученным аналитическим методом (ГОСТ 26613–91) в лабораторных условиях и на основании спектральных коэффициентов отражения.

Поскольку в литературе встречается использование различных длин волн для установления зависимости спектральной отражательной способности почв от содержания гумуса, то нами были проведены исследования по установлению его влияния на показатели отражательной способности агродерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава при длине волны в 680 нм (λ_{680}), при длине волны в 750 нм (λ_{750}) и рассчитанному на основании шести длин волн КО ($\lambda_{440...690}$) (рис. 1–3), а также определению гумуса в почвах расчетным путем по спектральным коэффициентам отражения при λ_{680} , λ_{750} и КО ($\lambda_{440...690}$). То есть расчет содержания гумуса в исследуемых почвах проводился на основании уравнений регрессии между его содержанием и величиной спектральных коэффициентов отражения на разных длинах волн.

Математическая обработка данных (табл. 1) показала, что длина волны 750 нм является наиболее информативной и достоверной для определения гумуса в почвах любого гранулометрического состава – от суглинистых до рыхлосупесчаных и связнопесчаных, так как при этой длине волны все отклонения расчетного содержания гумуса от аналитических показателей составляют наименьшие значения. Так, например, для связносупесчаных разновидностей среднее отклонение значений при λ_{750} составляет всего 0,62 против 2,39 при λ_{680} и 2,56 при КО, для рыхлосупесчаных и связнопесчаных разновидностей среднее отклонение при λ_{750} составляет всего 0,21, а при других длинах волн – соответственно 1,20 и 1,30.

1. Почвенные ресурсы и их рациональное использование

Также % ошибки определения гумуса при этой длине волны минимален в сравнении с другими длинами волн и колеблется от 8,3% в связносупесчаных почвах до 2,8% в легкосуглинистых против 15,9% и 8,2% при $\lambda_{440...690 \text{ нм}}$ (КО) и 18,2% и 4,9% при $\lambda_{680 \text{ нм}}$.

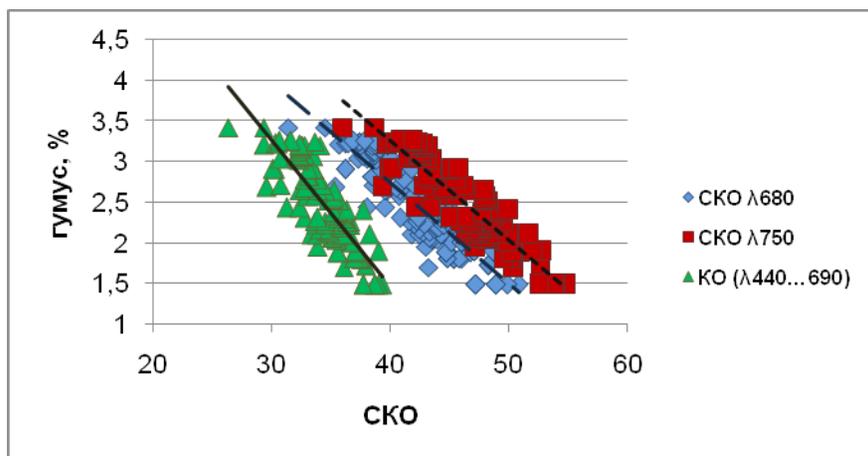


Рис. 1. Зависимость между содержанием гумуса в агродерново-подзолистых легкосуглинистых почвах и спектральным коэффициентом отражения

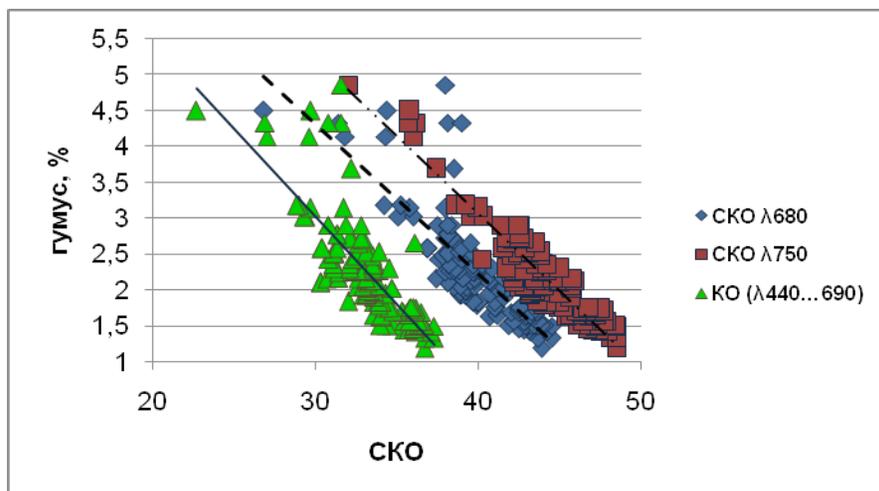


Рис. 2. Зависимость между содержанием гумуса в агродерново-подзолистых связносупесчаных почвах и спектральным коэффициентом отражения

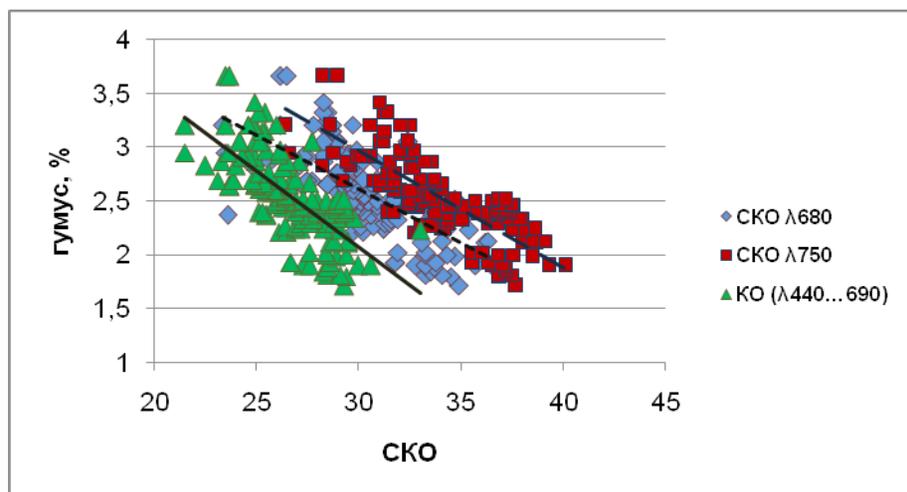


Рис. 3. Зависимость между содержанием гумуса в агродерново-подзолистых рыхлосупесчаных и связнопесчаных почвах и спектральным коэффициентом отражения

Все изложенное выше позволило нам предложить уравнения регрессии корреляционной зависимости между содержанием гумуса и спектральным коэффициентом отражения при длине волны 750 нм в качестве расчетных для определения содержания гумуса в исследуемых почвах:

– для суглинистого гранулометрического состава

$$y = -0,12x + 7,93 \quad (1);$$

– для связносупесчаного гранулометрического состава

$$y = -0,22x + 11,72 \quad (2);$$

– для рыхлосупесчаного и связнопесчаного гранулометрического состава

$$y = -0,097x + 5,78 \quad (3),$$

где y – содержание гумуса (%), x – величина СКО λ_{750} .

Например, (рис. 4) СКО λ_{750} для легкосуглинистых почв равен 48,6, то содержание гумуса в пахотном горизонте будет равно $2,10 = -(0,12 \cdot 48,6) + 7,93$;

СКО λ_{750} для связносупесчаных почв равен 43,4, то содержание гумуса в пахотном горизонте будет равно $2,20 = -(0,22 \cdot 43,4) + 11,72$;

СКО λ_{750} для рыхлосупесчаных и связнопесчаных почв равен 33,7, то содержание гумуса в пахотном горизонте будет равно $2,51 = -(0,097 \cdot 33,7) + 5,78$.

1. Почвенные ресурсы и их рациональное использование

Таблица 1

Результаты определения содержания гумуса в агродерново-подзолистых почвах по разным спектральным коэффициентам отражения (математическая обработка данных)

Показатели математической обработки	Гранулометрический состав почв											
	легкосуглинистый					связносупесчаный					рыхлосупесчаный и связнопесчаный	
	КО ($\lambda_{440...680}$)	СКО λ_{680}	СКО λ_{750}	КО ($\lambda_{440...680}$)	СКО λ_{680}	СКО λ_{750}	КО ($\lambda_{440...680}$)	СКО λ_{680}	КО ($\lambda_{440...680}$)	СКО λ_{680}	СКО λ_{750}	
Среднее значение отклонений	1,42	1,07	1,32	2,56	2,39	0,62	1,30	1,20	1,30	1,20	-0,21	
Стандартная ошибка	1,05	0,93	0,85	1,38	1,28	0,99	0,95	0,94	0,95	0,94	0,83	
Минимальное значение отклонений	-21,93	-13,67	-14,04	-45,93	-45,59	-17,62	-26,20	-22,12	-26,20	-22,12	-18,59	
Максимальное значение отклонений	31,40	37,71	23,35	40,31	28,82	24,76	31,59	37,58	31,59	37,58	25,05	
Количество определений	122	122	122	132	132	132	145	145	145	145	145	
Уровень надежности	2,08	1,85	1,68	2,73	2,53	1,96	1,88	1,86	1,88	1,86	1,64	
% ошибки (превышения лабораторных определений >20%)	8,2	4,9	2,5	15,9	18,2	8,3	8,3	9,7	8,3	9,7	3,4	

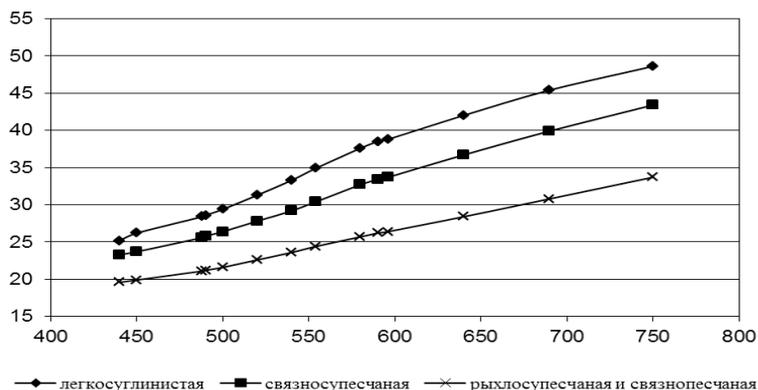


Рис. 4. Определение спектрального коэффициента отражения при λ_{750}

Соответствие между содержанием гумуса, полученным в лабораторных условиях и на основании СКО λ_{750} , установлено на 81 образце легкосуглинистых почв, 38 образцах связноупесчаных и 27 образцах рыхлосупесчаных и связнопесчаных почв (табл. 2).

Таблица 2

Соответствие показателей содержания гумуса по СКО λ_{750} и ГОСТ 26213–91

Способы определения содержания гумуса	Гранулометрический состав почв					
	легкосуглинистые		связноупесчаные		рыхлосупесчаные и связнопесчаные	
	содержание гумуса	% отклонения (20% допустимо)	содержание гумуса	% отклонения (20% допустимо)	содержание гумуса	% отклонения (20% допустимо)
ГОСТ–26213–91	$1,63 \pm 0,47$ 81	8,8±3,7	$1,78 \pm 0,39$ 38	6,7±4,1	$2,01 \pm 0,31$ 27	10,2±4,3
СКО λ_{750}	$1,81 \pm 0,38$		$1,93 \pm 0,52$		$2,32 \pm 0,47$	

Результаты исследований выявили хорошую сходимость показателей содержания гумуса, выполненных по ГОСТ 26213–91 и по спектральному коэффициенту отражения при длине волны 750 нм, которая составляет в среднем менее 50% от допустимой по ГОСТ.

1. Почвенные ресурсы и их рациональное использование

Определение содержания гумуса в почвах для вышеназванных работ осуществляется традиционным лабораторным методом по гостированной методике (ГОСТ – 26213–91). Однако сдерживающим фактором применения спектрофотометрического способа в данных работах является необходимость предварительного знания гранулометрического состава почв. Но поскольку гранулометрический состав является консервативной характеристикой почвы, а крупномасштабное почвенное картографирование сельскохозяйственных земель Беларуси к настоящему времени уже осуществлено практически трижды (подходит к завершению третий тур), то на почвенных картах цветовой иллюминировкой и в номенклатуре почвенных разновидностей в легенде он отмечен достаточно полно для использования его при спектрофотометрическом способе определения гумуса в почвах, так как этот способ не требует количественных показателей содержания определенных фракций, а вполне достаточно качественного определения гранулометрического состава почвы: легкосуглинистая, связносупесчаная, рыхлосупесчаная, связнопесчаная. Поэтому указанный фактор является в некоторой степени сдерживающим, но не препятствующим применению спектрофотометрического способа определения показателей содержания гумуса в агродерново-подзолистых почвах.

Дополнительным аргументом в пользу применения спектрофотометрического способа определения содержания гумуса в агродерново-подзолистых почвах, помимо экспрессного характера технологии, является определенное экономическое преимущество, о чем свидетельствует приведенный в таблице 3 сравнительный расчет затрат.

При расчете нормативных затрат на определение содержания гумуса аналитическим методом использовались действующие в РУП «Проектный институт Белгипрозем» нормативы [19, 20]. Затраты времени на определение показателей содержания гумуса спектрофотометрическим методом установлены применительно к современному спектрофотометру УФ диапазона СФ–2000 с учетом его технических характеристик.

Расчет показывает, что при принятых исходных данных экономия затрат на определение содержания гумуса спектрофотометрическим способом составляет в расчете на 10 почвенных образцов 40060 рублей (82116–42056). При годовой выработке 5 тысяч анализов образцов годовой эффект составляет 20030000 рублей экономии. С учетом этого окупаемость инвестиций в приобретение спектрофотометра составит не более 3 лет.

Наряду с экономией затрат, дополнительным достоинством спектрофотометрического способа является минимальная продолжительность технологического процесса, что позволяет нужные объемы работ выполнять в более сжатые календарные сроки. Отсутствует необходимость в закупке и хранении химикатов, образуется экономия производственной площади для обслуживания рабочего места.

Частный экономический эффект от снижения себестоимости способа:

$$\text{Эс} = (\text{Сд} - \text{Сп}) = (82116 - 42056) = 40060 \text{ рублей.}$$

Или частный экономический эффект от снижения себестоимости способа в процентном отношении:

$$\text{Эс/Сд} = (40060/82116) = 48,8\%$$

Итак, экономическая эффективность нового способа определения содержания гумуса в агродерново-подзолистых почвах составляет 48,8%.

Таблица 3

Расчет затрат на определение содержания гумуса в дерново-подзолистых почвах по ГОСТ 26213–91 и спектрофотометрическим способом

Единица измерения – 10 проб

В ценах на 1 июня 2013 года

№ п.п.	Показатели	Способы определения гумуса	
		аналитический	спектрофотометрический
1	2	3	4
	Количество анализов, проб, шт.	10	10
2	Затраты времени, чел.-часов	1,05	0,37
2.1.	в т.ч. подготовительные работы	0,14	0,03
2.2.	определение содержания гумуса	0,91	0,34
3.	Продолжительность технологического процесса по определению содержания гумуса, час:	8	1
	Стоимость работ в рублях:		
4	Основная заработная плата	20229	7128
5	Дополнительная заработная плата	4046	1426
6	Отчисления в фонд социальной защиты населения (34% от пункта 4)	6878	2424
7	Отчисления по обязательному страхованию (0,46% от пункта 4)	931	328

1. Почвенные ресурсы и их рациональное использование

Окончание табл. 3

№ п.п.	Показатели	Способы определения гумуса	
		аналитический	спектрофотометрический
8	Амортизационные отчисления	–	12000
9	Материалы	5207	50
10	Накладные расходы, (99,9% от пункта 4)	20209	7121
11	Управленческие расходы (31,9% от пункта 4)	6453	2274
12	Итого	63953	32571
13	Плановая прибыль (7,0% от пункта 12)	4477	2296
14	Итого стоимость работ без НДС	68430	35047
15	НДС	13686	7009
16	Всего стоимость с НДС	82116	42056
17	Экономия затрат: на 10 анализов на 5000 анализов		40060 20030000

ВЫВОДЫ

1. Наиболее информативной длиной волны для определения содержания гумуса в агрогумусовых горизонтах агродерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава является 750 нм, так как коэффициент корреляции между спектральным коэффициентом отражения при этой длине волны и содержанием гумуса указывает на их тесную обратную зависимость и составляет для легкосуглинистой разновидности 0,91, связносупесчаной – 0,94, рыхлосупесчаной и связнопесчаной – 0,77.

2. Расчетное содержание гумуса по уравнениям регрессии корреляционной зависимости между спектральным коэффициентом отражения и содержанием гумуса также подтверждает вышеприведенный вывод, так как % ошибки определения гумуса при этой длине волны минимален в сравнении с другими длинами волн и колеблется от 8,3% в связносупесчаных почвах до 2,8% в легкосуглинистых против 15,9% и 8,2% при $\lambda_{440...690 \text{ нм}}$ (КО) и 18,2% и 4,9% при $\lambda_{680 \text{ нм}}$.

3. Ошибка спектрофотометрического метода по сравнению с лабораторным химическим методом определения гумуса по ГОСТ 26213–91 составила менее 50% допустимой.

4. Спектрофотометрический способ определения содержания гумуса в агродерново-подзолистых почвах является более экономичным по затратам времени и средств в сравнении с химическим методом. Экономическая

эффективность этого способа составляет 48,8% с учетом амортизационных отчислений исходя из стоимости прибора (12000 рублей на 10 образцов), годовой нормы выработки (5000 образцов) и нормативного срока эксплуатации (10 лет).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физико-химические методы исследования почв: учеб. пособие / Л.А. Воробьева [и др.]; под ред. Н.Г. Зырина, Д.С. Орлова. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – С. 155–157.
2. Почвы. Методы определения органического вещества: ГОСТ 26213–91. – Введ. 29.12.91 – Москва: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1992. – 8 с.
3. Способ определения содержания гумуса в пахотном слое минеральных почв: пат. РФ 2001399 С1 G01N33/24 / В.К. Козин; заявитель Всесоюзный научно-исслед. ин-т цветоводства и горного садоводства. – № 4922563; заявл. 25.01.91; опубл. 15.10.93. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/200/2001399.html>.
4. Булыгин, С.Ю. Оценка гумусированности почв путем обработки их цифровых фотоизображений / С.Ю. Булыгин, Д.И. Бидолах, Ф.Н. Лисецкий // Научные ведомости БелГУ. Сер. естеств. наук. – 2011. – № 15(110). – Вып. 16. – С. 154 –159.
5. Способ определения содержания в почве фосфора и гумуса: пат. СССР 1785572, АЗ G01N33/24 / Л.П. Рихванов, С.И. Сарнаев, Л.М. Балабаева, А.И. Ермохин; заявитель Томский политех. ин-т им. С.М. Кирова. – № 4881364, заявл. 11.11.90; опубл. 30.12.92. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/178/1785572.html>
6. Способ определения содержания в почве гумуса: пат. РФ 2253865 С1 G01N33/24 / В.В. Степанок, О.Н. Анциферова; заявитель ГНИУ Всеросс. научно-исслед. ин-т сельскохозяйственного использования мелиорированных земель. – № 2003138134/12; заявл. 30.12.03, опубл. 10.06.05. – Режим доступа: <http://bd.patent.su/2253000–2253999/pat/servlet/servlet3322.html>.
7. Самохвалов, С.Г. Разработка и усовершенствование методов анализа почв, растений, кормов, вод / С.Г. Самохвалов, В.Г. Прижуков, Н.А. Чеботарева // ЦИНАО – 30 лет: вклад в развитие агрохимслужбы Рос. акад. с.-х. наук (РАСХН) / под ред. В.Г. Сычева. – М.: ЦИНАО, 1999. – 334 с.
8. Виноградов, Б.В. Аэрокосмический мониторинг экосистем / Б.В. Виноградов. – М.: Наука, 1984. – 320 с.
9. Михайлова, Н.А. Оптические свойства почв и почвенных компонентов / Н.А. Михайлова, Д.С. Орлов. – М.: Наука, 1986. – 118 с.
10. Орлов, Д.С. Спектральная отражательная способность почв и их компонентов / Д.С. Орлов, Н.И. Суханова, М.С. Розанова. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 165 с.
11. Карманов, И.И. Спектральная отражательная способность и цвет почв как показатели их свойств / И.И. Карманов. – М.: Колос, 1974. – 351 с.
12. Костенко, И.В. Изучение оптических свойств образцов дерново-степных песчаных почв юга Украины при помощи сканера // Почвоведение. – 2009. – № 9. – С. 1090–1098.

1. Почвенные ресурсы и их рациональное использование

13. Bowers, S.A. Reflection of radiant energy from soils / S.A. Bowers, R.J. Hanks // Soil. Sci. – 1965. – Vol. 100, № 2. – P. 130–138.
14. Спектральная отражательная способность агрогумусовых горизонтов агродерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава / Г.С. Цытрон [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – № 1(42). – С. 15–21.
15. Бубнова, Т.В. Влияние гранулометрического состава почв на их отражательную способность / Т.В. Бубнова, С.В. Дробыш, Т.Н. Азаренок // Плодородие почв и эффективное применение удобрений: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию Ин-та почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, Минск, 5–8 июля 2011 г. / Ин-т почвоведения; редкол.: В.В. Лапа [и др.]. – Минск, 2011. – С. 16–17.
16. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: практ. пособие / Г.И. Кузнецов [и др.]; Комитет по земельным ресурсам, геодезии и картографии при Совете Министров Республики Беларусь; под ред. Г.И. Кузнецова, Н.И. Смеяна. – Минск, 2001. – 432 с.
17. Позняк, С.С. Фоновое содержание тяжелых металлов в почвах и растительности центральной зоны Республики Беларусь / С.С. Позняк // Известия ТулГУ. Естественные науки. – 2011. – № 1. – С. 254–264.
18. Позняк, С.С. Содержание тяжелых металлов Pb, Ni, Zn, Cu, Mn, Zr, Cr, Co и Sn в почвах Центральной зоны Республики Беларусь / С.С. Позняк // Электронный научный журнал. Сер. «Экономика и экологический менеджмент» [Электронный ресурс]. – 2011. – Вып. 1. – Режим доступа: <http://economics.open-mechanics.com/articles/307.pdf>. – Дата доступа: 09.09.2013.
19. Нормы времени на землеустроительные работы: утв. приказом директора УП «Проектный институт Белгипрозем» 11.12.09. – Минск: Проектный институт Белгипрозем, 2009. – С. 56–58.
20. Тарифы на землеустроительные работы, выполняемые по договорам с Государственным комитетом по имуществу Республики Беларусь: утв. приказом директора УП «Проектный ин-т Белгипрозем» 26.12.11. – Минск: Проектный ин-т Белгипрозем, 2011. – С. 46–48.

SPECTROPHOTOMETRIC METHOD FOR THE DETERMINATION OF HUMUS CONTENT IN AGRO-SOD-PODZOLIC SOILS

S.V. Drobysch, G.S. Tsytron, O.V. Matychenkova, T.V. Bubnova

Summary

The express spectrophotometric method for the determination of humus content in different texture agro-sod-podzolic soils is considered. The method is based on close correlation between the values of spectral reflectance at $\lambda=750$ nm and humus content in the agro humus horizons of these soils. The economic efficiency of this method is 48,8% compared to the existing ones.

Поступила 16.10.13