

СПЕКТРАЛЬНАЯ ОТРАЖАТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ АГРОГУМУСОВЫХ ГОРИЗОНТОВ АГРОДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ РАЗНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

Г.С. Цытрон, Т.В. Бубнова, Т.Н. Азарёнок, С.В. Дробыш
Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Цвет (окраска) почв является одним из основных и вместе с тем, легкодоступных наблюдению морфологических признаков. Это интегрирующий показатель происходящих в почве процессов и, как следствие, ее классификационной принадлежности. Цвет почв определяется ее вещественным составом, физическим состоянием и степенью увлажнения. Основу окраски почв составляют соединения углерода, железа, марганца, кальция, серы и кремния.[1].

Сочетание окраски соединений этих элементов с цветом первичных минералов создают многообразные цвета почв, которые устанавливаются визуально (глазомерно или с применением цветовых шкал), либо количественно (с помощью кривых спектральной отражательной способности).

Для более объективной визуальной характеристики цвета почв глазомерное его определение сравнивается с эталоном стандартных окрасок. В настоящее время для этих целей широко используется международный атлас цветов Манселла, где цвет почв имеет свой определенный код. Оценка окраски по цветовой шкале атласа Манселла позволяет получить только три показателя: тон окраски, степень насыщенности и степень интенсивности (осветленности). Сочетая визуальные (глазомерный и по атласу Манселла) методы можно получить четкую дифференциацию окрасок горизонтов почвенного профиля.

Однако, самое объективное установление цвета почвы возможно с использованием кривых ее спектральной отражательной способности в видимой области спектра, то есть в диапазоне длин волн от 400 до 750 нм.

Обзор литературных источников по влиянию отдельных составляющих вещественного состава почв на их отражательную способность показал, что особенно велика в формировании их опτικο-спектральных свойств роль органики [1-5].

Так, И.И. Карманов [2] в своей монографии отмечает, что между относительным поглощением света и содержанием гумуса в почве существует высокая корреляционная зависимость в том случае, когда состав органического вещества различается незначительно и разница в поглощении света почвой определяется количеством гумуса. S.A. Bowers, R.J. Hanks [6] в своих исследованиях показали, что по мере увеличения размера частиц от 0,022 мм до 2,65 мм их отражательная способность падала, причем наиболее заметно это происходит в интервале диаметров частиц от 0,022 мм до 0,4 мм. Такое падение они объясняли неодинаковой шероховатостью поверхности частиц самих минералов.

По данным Д.С. Орлова [1] для почв характерно диффузное отражение, обусловленное как неровной поверхностью, так и формированием структурных агрегатов. Более мелкие частицы обладают несколько повышенной отражательной способностью. Это он объясняет тем, что мелкие частицы полнее заполняют объем и поэтому формируют более выровненную поверхность. В исследуемых образцах агрегаты могут быть представлены не идеальными частицами с гладкой поверхностью, а такими, поверхность которых в большей или меньшей степени испещрена порами различного размера. Пористые поверхности обладают явно меньшей отражательной способностью.

Вместе с тем в данной проблеме имеется еще целый ряд нерешенных вопросов. Например, не до конца выяснена роль органики в отражательной способности почв при изменчивости других факторов, влияющих также на опτικο-спектральные свойства почвенных горизонтов. Одним из них, а именно, влиянию гранулометрического состава агрогумусовых горизонтов почв на их отражательную способность при одинаковом содержании гумуса и посвящена наша публикация.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований явились агродерново-подзолистые почвы легкосуглинистого и связнопесчаного гранулометрического состава, представленные шестью разрезами (по два разреза с одинаковым содержанием гумуса):

- агродерново-подзолистая, развивающаяся на лессовидных отложениях, подстилаемых с глубины 58 см моренным суглинком, с прослойкой песка на глубине 43-58 см,

- легкосуглинистая (разрез 1Л-00 заложен в СПК «Беларусь» Червенского района, содержание гумуса – 4,02%);
- агродерново-подзолистая, развивающаяся на древнеаллювиальных песчаных отложениях, связнопесчаная (разрез 13А-97 заложен в СПК им Киселева Брестского района, содержание гумуса – 4,0%);
 - агродерново-подзолистая, развивающаяся на лессовидных отложениях, подстилаемых с глубины 35 см моренным суглинком, легкосуглинистая (разрез 4Л-00 заложен в СПК «Беларусь» Червенского района, содержание гумуса – 2,71%);
 - агродерново-подзолистая, развивающаяся на водно-ледниковых песчаных отложениях, связнопесчаная (разрез 18А-97 заложен в СПК «Озёры» Гродненского района, содержание гумуса – 2,75%);
 - агродерново-подзолистая, развивающаяся на мощных лессовидных отложениях, легкосуглинистая (разрез 2М-08 заложен в СПК «Щемяслица» Минского района, содержание гумуса – 1,49%);
 - агродерново-подзолистая, развивающаяся на древнеаллювиальных песчаных отложениях, связнопесчаная, (разрез 7М-00 заложен в СПК «Подолесье» Речицкого района, содержание гумуса – 1,34%).

Спектральная отражательная способность почв определялась на спектрофотометре СФ-18. Исследовались агрогумусовые горизонты вышеназванных почв, с последующим расчетом коэффициентов по формулам И.И. Карманова [2], выведенных с учетом роли основных почвенных красителей в формировании отражательных свойств (коэффициент спектрального отражения – КО; коэффициент относительного поглощения света – ОПС).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Многочисленными исследованиями установлено [1-5], что все гумусовые горизонты агродерново-подзолистых (дерново-подзолистых) почв имеют однотипные спектральные кривые. Расположены они полого и не имеют резких перегибов или максимумов отражения. Минимум отражения приходится на сине-фиолетовую часть спектра, максимум – на красную, что и подтверждается нашими данными (рис. 1).

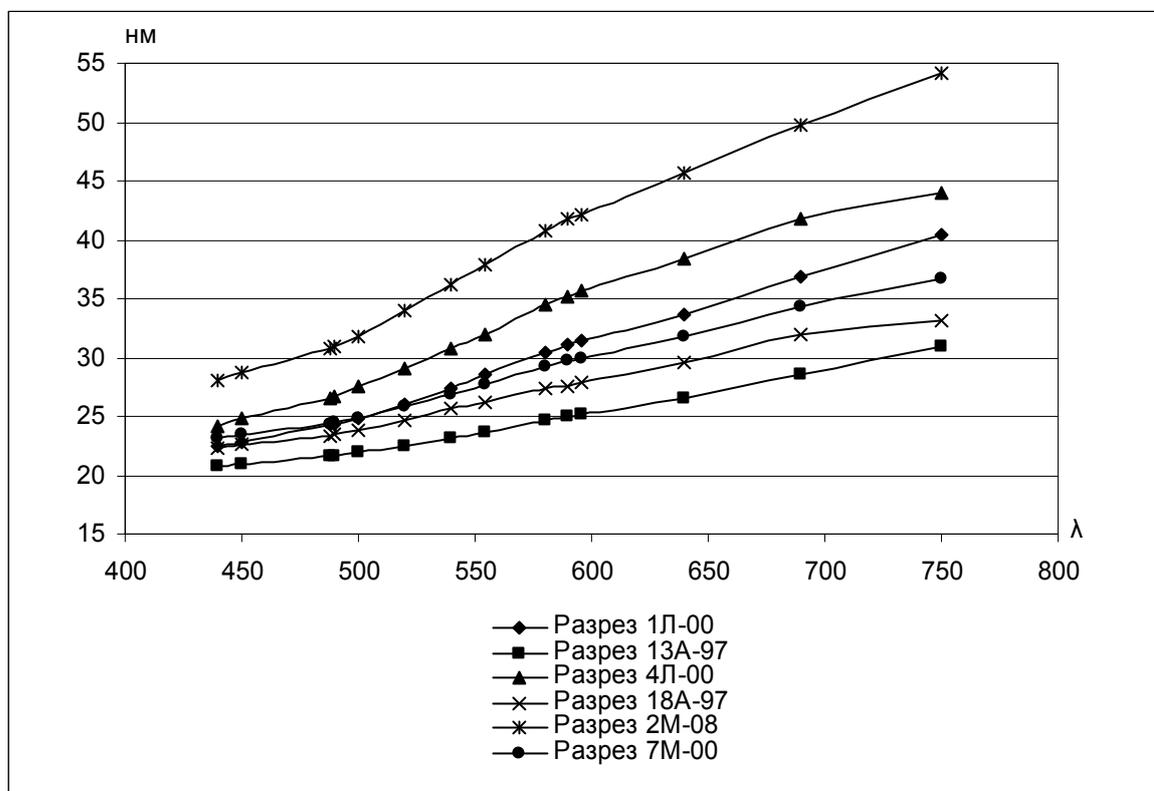


Рис. 1. Кривые спектрального отражения агрогумусовых горизонтов агродерново-подзолистых почв

Однако сопоставление кривых гумус-отражения исследуемых почв показывает, что они имеют разное расположение, выражающиеся в разной интенсивности отражения, причем, абсолютные колебания величины отражения довольно велики.

Одной из причин изменчивости окраски почвенных образцов и расположения кривых в разном интервале, является варьирование содержания гумуса в агрогумусовых горизонтах (табл.1).

Таблица 1

Спектральная отражательная способность агрогумусовых горизонтов агродерново-подзолистых почв

Почва	КО	ОПС	Гумус, %
Агродерново-подзолистая, развивающаяся на лессовидных отложениях, подстилаемых с глубины 58 см моренным суглинком, с прослойкой песка на глубине 43-58 см, легкосуглинистая (разрез 1Л-00)	29,3	15,3	4,02
агродерново-подзолистая, развивающаяся на древнеаллювиальных песчаных отложениях, связнопесчаная (разрез 13А-97)	24,2	19,2	4,00
Агродерново-подзолистая, развивающаяся на лессовидных отложениях, подстилаемых с глубины 35 см моренным суглинком, легкосуглинистая (разрез 4Л-00)	30,8	14,4	2,71
Агрдерново-подзолистая, развивающаяся на водно-ледниковых песчаных отложениях связнопесчаная (разрез 18А -97)	25,2	18,3	2,75
агродерново-подзолистая, развивающаяся на мощных лессовидных отложениях, легкосуглинистая (разрез 2М-08)	38,7	10,6	1,49
агродерново-подзолистая, развивающаяся на древнеаллювиальных песчаных отложениях, связнопесчаная, (разрез 7М-00)	28,4	15,9	1,34

Гумусовые вещества отражают свет наиболее слабо и, в общем, равномерно по спектру. Коэффициент отражения гуминовых кислот (в порошке) составляет всего около 4%. Коэффициенты цветности (ЦУ и ЦХ) и коэффициенты относительной чистоты цвета для этих кислот близки к 0 [2]. Фульвокислоты отличаются несколько более интенсивным отражением света и некоторой неравномерностью отражения по спектру с преобладанием более длинноволновых излучений.

Проведенные нами исследования показывают, что агрогумусовые горизонты агродерново-подзолистых легкосуглинистых и песчаных почв, с одинаковым содержанием гумуса, имеют разные величины интегрального коэффициента отражения (КО) и относительного поглощения света (ОПС).

С увеличением содержания гумуса в агрогумусовых горизонтах агродерново-подзолистых легкосуглинистых почв, интегральный коэффициент отражения (КО) уменьшается, а коэффициент относительного поглощения света (ОПС) увеличивается, то есть спектральные кривые у них расположены ниже, чем в агрогумусовых горизонтах агродерново-подзолистых легкосуглинистых почв с более низким содержанием гумуса. Однако, для агрогумусовых горизонтов агродерново-подзолистых песчаных почв, характерны более низкие значения коэффициента отражения (КО) и более высокие значения относительного поглощения света (ОПС), то есть спектральные кривые у них расположены еще ниже.

Так, например, спектральные кривые (рис. 1) агрогумусовых горизонтов агродерново-подзолистых легкосуглинистых почв (разрезы 1Л-00; 4Л-00 и 2М-08) находятся выше и имеют более высокие значения интегрального коэффициента отражения (КО), чем почвы связнопесчаного гранулометрического состава (разрезы 13А-97; 18А-97; 7М-00).

При практически одинаковом содержании гумуса в агрогумусовых горизонтах разрезов (1Л-00 и 13А-97; 4Л-00 и 18А-97; 2М-08 и 7М-00) коэффициенты отражения (КО) соответственно равны 29,3 и 24,2; 30,8 и 25,2; 38,7 и 28,4.

Относительное поглощение света (ОПС) – это величина, обратная коэффициенту отражения.

ОПС для почв легкосуглинистого гранулометрического состава (разрезы 1Л-00; 4Л-00 и 2М-08) равен 15,3; 14,4 и 10,6. В агродерново-подзолистых песчаных почвах (разрезы 13А-97; 18А-97 и 7М-00) относительное поглощение света (ОПС) идет в сторону увеличения и их значения составляют 19,2; 18,3 и 15,9.

Согласно Карманову И.И. [2] «для спектрофотометрических исследований нужно применять воздушно-сухие почвенные образцы, пропущенные через сито 0,25 мм. Частицы такого размера образуют ровную, равномерно отражающую поверхность, без теневых участков и в тоже время при пропускании через сито в 0,25 мм нет опасности разрушения почвенных частиц, за исключением

песчаных. Для частиц крупнее 1,0 мм может сказываться влияние на спектральный состав отраженных излучений межагрегатных «теневых» участков, для некоторых почв это явление будет наблюдаться и для частиц несколько меньше 1,0 мм. Разрушение песчаных частиц при расширении их до размера <0,25 мм может существенно изменить спектральный состав отраженных излучений за счет отражения внутренними участками песчаных частиц, и коэффициенты отражения у них окажутся несколько заниженными». Однако Орлов Д.С. [1] отмечает, что «размеры различных фракций не являются определяющими при формировании отражательной способности почв».

Наши исследования проведены на почвах легкосуглинистого гранулометрического состава, сформировавшихся на лессовидных суглинках, где основной является крупнопылевая фракция (0,05-0,01 мм) и песчаных почвах водно-ледникового и древнеаллювиального генезиса с преобладанием песчаной фракции (1,0-0,5 мм). То есть, исходя из вышеизложенного метод подготовки образцов к анализу, используемый нами в просеивание через сито 0,25 мм, не оказывает влияние на отражательную способность почв.

К тому же Н.А. Михайлова [3] указывает, что «большинство спектрофотометрических определений выполняется на образцах с крупностью частиц <0,1, <0,25, <0,5 и <1,0 мм».

Одной из причин увеличения отражательной способности лессов и лессовидных суглинков по мнению Д.С. Орлова [1], является повышенное содержание в этих почвах кальция. Он отмечает, что по мере увеличения в почвах кальция, спектральная отражательная способность этих почв возрастает.

Систематизация и анализ данных валового содержания оксида кальция в агрогумусовых горизонтах агродерново-подзолистых почв Беларуси, сформировавшихся на лессах и лессовидных суглинках, и песчаных древнеаллювиальных и водно-ледниковых отложениях показали, что содержание СаО в прокаленной почве на лессовидных суглинках на 40% выше, чем на песках (табл. 2).

Таблица 2

Среднестатистические показатели содержания оксидов кальция и кремния в агрогумусовых горизонтах агродерново-подзолистых почв

Почвы	CaO	SiO ₂
Агродерново-подзолистые на лессовых и лессовидных суглинках	<u>0,82±0,4</u> 19	<u>81,75±1,96</u> 19
Агродерново-подзолистые на водно-ледниковых и древнеаллювиальных песках	<u>0,50±0,2</u> 18	<u>94,33±2,46</u> 18

Именно это и является, по-видимому, одной из составляющих более высокого значения коэффициента отражения агрогумусовых горизонтов легкосуглинистого гранулометрического состава в сравнении с песчаными почвами. Однако следует отметить, что в песчаных образцах довольно высокое содержание светлоокрашенных соединений кремния: в среднем на 14% выше, чем в легкосуглинистых (табл. 2). В некоторой степени можно было бы ожидать сглаживания количественных показателей КО в почвах разного гранулометрического состава, однако этого не наблюдается.

Обобщив весь имеющийся материал по спектральной отражательной способности агродерново-подзолистых почв Беларуси (табл. 3) мы пришли к выводу, что КО и ОПС могут служить в качестве диагностического критерия степени окультуренности почв разного гранулометрического состава, в частности, по содержанию в них гумуса. Так, агродерново-подзолистые легкосуглинистые почвы при содержании гумуса ниже 1,5% имеют КО более 36,6%, в то время как на песках менее 28,8%.

Представленные в таблице 3 данные являются лишь первым приближением количественного определения степени окультуренности агродерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава исходя из их спектральной отражательной способности.

Таблица 3

Среднестатистические значения коэффициентов спектральной отражательной способности агродерново-подзолистых почв Беларуси

Почвы	Гумус <1,5%		Гумус 1,5-2,5%		Гумус >2,5%	
	КО	ОПС	КО	ОПС	КО	ОПС
Агродерново-подзолистые на лессовых и лессовидных	<u>38,3±1,7</u> 14	<u>10,6±1,3</u> 14	<u>35,3±2,7</u> 20	<u>12,1±1,8</u> 20	<u>29,7±2,5</u> 17	<u>15,1±1,8</u> 17

суглинках

Агродерново-подзолистые на водно-ледниковых и древнеаллювиальных песках	$\frac{27,2 \pm 1,6}{21}$	$\frac{16,8 \pm 1,2}{21}$	$\frac{25,9 \pm 2,2}{20}$	$\frac{17,9 \pm 1,8}{20}$	$\frac{23,5 \pm 2,4}{18}$	$\frac{19,9 \pm 1,5}{18}$
---	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

ВЫВОДЫ

Все вышеизложенное позволяет заключить:

1. Отражательная способность агрогумусовых горизонтов агродерново-подзолистых почв при одинаковом содержании в них гумуса определяется и их гранулометрическим составом.
2. Коэффициент отражения, являющийся характеристикой только самой поверхности почвы и не зависящий от внешних факторов, в почвах легкосуглинистого гранулометрического состава выше, чем в песчаных при одинаковом содержании гумуса.
3. При достаточном наборе данных количественные показатели спектрального коэффициента отражения агрогумусовых горизонтов почв разного гранулометрического состава могут служить основой определения в них гумуса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов, Д.С. Спектральная отражательная способность почв и их компонентов / д.с. орлов, н.и. суханова, м.с. розанова. – м.: изд-во мгу, 2001. – 176 с.
2. Карманов, и.и. спектральная отражательная способность и цвет почв, как показатели их свойств / и.и. карманов. – м.: колос, 1974. – 351 с.
3. Михайлова, н.а. оптические свойства почв и почвенных компонентов / н.а. михайлова, д.с. орлов – м.: наука, 1986. – 120 с.
4. Караванова, е.и. оценка содержания гумуса в почвах по их спектральной отражательной способности / е.и. караванова // агрохимия. – 1996. – №1. – с.3-9.
5. Гранина, н.и. спектральная отражательная способность почв разного возраста предбайкалья / н.и. гранина, н.в. вашукевич // тезисы докладов iii съезда докучаевского о-ва почвоведов, москва, 11-15 авг. 2000 г. / почв. ин.-т им. в.в. докучаева; редкол.: г.в. добровольский [и др.]. – суздаль, 2000. – кн. 1. – с. 40.
6. Bowers, s.a., hanks r.j. reflection of radiant energy from soils / s.a. bowers, r.j. hanks // soil science. – 1965. – vol. 100, – №2. – p. 130-138.

REFLECTIVE CAPACITY AGROHUMUS HORIZONS OF AGROSOD-PODZOLIC SOILS OF DIFFERENT TEXTURE

G.S. Tsytron, T.V. Bubnova, T.N. Azarenok, S.V. Drobysch

Summary

The results of research reflective capacity agrohumus horizons of agrosod-podzolic soils of different granulometric composition was presented. It was established, that reflect coefficient of agrohumus horizons is defined by its granulometric composition; agrohumus horizons of light-loamy soils has significantly more values of reflect coefficient than sandy soils at equal humus content. Values of reflect coefficient for diagnostic the degree of cultivation of agrosod-podzolic soils were attempted.

Поступила 18 февраля 2009 г.