

При наличии экономических возможностей преодоление указанных негативных последствий освоения закустаренной залежи должно предполагать обязательное применение химических мелиорантов с учётом свойств вовлекаемой в освоение почвы. В условиях опыта комплекс мелиорантов позволил повысить продуктивность звена севооборота относительно абсолютного контроля на фоне щепы и сечки ДКР в среднем на 18 %, биоугля – на 35, золы – на 33 %.

Литература

1. Архипов М.В. и др. Научные основы эффективного использования агроресурсного потенциала Северо-Запада России. – СПб.-Пушкин, 2018. – 135 с.
2. Байбеков Р.Ф. Природоподобные технологии – основа стабильного развития земледелия // Земледелие. – 2018. – № 2. – С. 3-6.
3. Дубенок Н.Н., Мажайский Ю.А., Евтюхин В.Ф. и др. Агрохимические приёмы мелиораций деградированных и техногенно загрязнённых почв // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2014. – № 6. – С. 28-31.
4. Дубенок Н.Н., Якушев В.П., Янко Ю.Г. Мелиорация земель Ленинградской области: проблемы и инновационные пути их решения // Агрофизика. – 2013. – № 2(10). – С. 2-9.
5. Ефимов В.Н., Иванов А.И. Деградация

- хорошо окультуренных дерново-подзолистых почв // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2001. – № 6. – С. 21-23.
6. Иванов А.И., Воробьёв В.А., Иванова Ж.А. Современные деградационные процессы в хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах // Проблемы агрохимии и экологии. – 2015. – № 3. – С. 15-19.
 7. Иванов А.И., Иванова Ж.А., Воробьёв В.А., Цыганова Н.А. Агроэкологические последствия длительного использования дефицитных систем удобрения на хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах // Агрохимия. – 2016. – № 4. – С. 10-17.
 8. Иванов А.И., Иванов И.А., Воробьёв В.А., Лямцева Е.Г. Изменение калийного состояния хорошо окультуренной дерново-подзолистой почвы при применении калий-дефицитной системы удобрения // Агрохимия. – 2009. – № 4. – С. 21-26.
 9. Литвинович А.В. Постагрогенная эволюция хорошо окультуренных дерново-подзолистых почв Нечернозёмной зоны // Агрохимия. – 2009. – № 7. – С. 85-93.
 10. Рылов В.Н., Стариков Х.Н. Основы современной культуртехники. – М.: Колос, 1973. – 272 с.
 11. Овчинников А.С., Бородыхин В.В., Шуравилин А.В., Семенов Н.А. Освоение долголетней залежи под сеяные злаковые травы при прямой заправке кустарниковой и лесной растительности // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2017. – № 3 (47). – С.1-12.
 12. Сычев В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования. – М.: РАН, 2019. – 325 с.
 13. Шафран С.А. Динамика плодородия почв Нечернозёмной зоны и резервы // Агрохимия. – 2016. – №8. – С. 3-10.

AGRONOMIC EFFICIENCY OF BUSHY IDLE LAND RECLAMATION UNDER VARIOUS METHODS OF SOIL FERTILITY REPRODUCTION

A.I. Ivanov¹, Zh.A. Ivanova¹, I.V. Sokolov²

¹Agrophysical Research Institute, Grazhdanskiy pr. 14, 195220 Saint-Petersburg, Russia,
e-mail: ivanovai2009@yandex.ru, ivanovai2009@yandex.ru;

²North-West Center for Interdisciplinary Research in Food Supply Problems, Podbelskogo sh. 7, 196608 Pushkin, Russia,
e-mail: sznmc@spbl.lanck.net, 2902438@mail.ru

In the field experiment, we assessed the agronomic efficiency of the secondary reclamation of bushy idle land on heavy loamy sod-podzolic gley soil affected by the degradation process. As methods of soil fertility reproduction, we used derivative products of tree and shrubby vegetation (TSV) and chemical ameliorants. In the absence of the latter, ploughing of TSV in the form of wood chips and chopped wood led to a decrease in the productivity of the crop rotation link by 16–34% (a decrease in the yield of the first crop reached 80%). Negative consequences were overcome by the use of a set of ameliorants. Against the background of TSV derivative products, the efficiency of the set of ameliorants increased three times. On average over the experimental variants, the increase in the productivity of the crop rotation link was 26%, while against the background of the ploughed sod it was 9%.

Keywords: idle land, tree and shrubby vegetation, idle land reclamation, means of reproduction of soil fertility, crop rotation, crop rotation productivity, agronomic efficiency.

УДК 631.41

ЦВЕТОВАЯ ГАММА ПОЧВ, ОЦЕНИВАЕМАЯ МЕТОДАМИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ДИАГНОСТИКИ, КАК ИНДИКАТОР ГЕНЕЗИСА И ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

В.А. Седых, ФКУ НИИ ФСИН России, В.И. Савич, Суккар Лама (Сирия), Е.В. Мисюрева,
РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева
тел. 8-905-501-14-46 E-mail: savich.mail@gmail.com

Показано, что цветовая гамма почв, оцениваемая методами компьютерной диагностики в цветовых системах СМΥΚ, Lab, RGB характеризует свойства почв и их классификационную принадлежность. Так, в слабоокультуренной дерново-подзолистой почве с содержанием гумуса 1,4% величина показателя К (чернота) составила 34,2, а в хорошо окультуренной с содержанием гумуса 2,3% она равнялась 42,6. При развитии оглеения уменьшалась интенсивность черного цвета с 13,5±4,6 до 3,6±0,4, возрастала светлота (L) от 52,4±0,5 до 63,0±0,6. Загрязнение почв нефтепродуктами уменьшало L с 170,2 до 39,2, K увеличивалась с 6,0 до 179,2. Развитие эрозии дерново-подзолистых почв приводило к изменению цветовой гаммы горизонта A_n ближе к цветовой гамме A₂. Показано изменение цветовой гаммы почв от степени их увлажнения, оструктуренности.

Предлагается оценивать классификационную принадлежность почв, учитывая соотношение:

$K = \sum k_i X_i + k_{i+1} \cdot Z_{i+1}$, где k_i – степень влияния цветовой гаммы почв на классификационную принадлежность, X_i – интенсивность цвета, Z_i – закономерность изменения цветовой гаммы по профилю почв.

Ключевые слова: почва, классификация, плодородие, деградация, цветовая гамма A_n и профиля почв, компьютерная диагностика.

При оценке классификационной принадлежности почв в полевых условиях возникает ряд неточностей, обусловленных изменением морфологических признаков почв при разных влажности, освещенности. Оценка цветовой гаммы почв по шкале Росгипрозема и Мансела носит полуколичественный характер. Аналогичные ошибки возникают и при интерпретации космических и аэрофотоснимков почв. Морфологические признаки почв отражают сущность почвообразовательных и протекающих в настоящее время в почвах процессов. Их количественная оценка позволяет более точно определить классификационную принадлежность почв. Одним из перспективных методов такой оценки является компьютерная диагностика цветовой гаммы почв в цветовых системах СМΥК, Lab, RGB, в том числе в полевых условиях [3, 6, 7, 9, 10].

Объектом исследования выбраны дерново-подзолистые почвы Московской области [1, 8, 10]. Эти почвы разной степени окультуренности и гидроморфности [7], серо-бурые аридные засоленные почвы Ирана [7], почвы семиаридных, аридных ландшафтов Сирии на автоморфных, транзитных, аккумулятивных элементах рельефа [2].

Методика. Состояла в оценке цветовой гаммы почв в цветовых системах СМΥК, Lab, RGB для условий

разной степени увлажнения [3, 6, 7, 9], в оценке отражательной способности почв [4, 5].

Экспериментальная часть. 1. Цветовая гамма почв зависит от степени их гумусированности и окультуренности. Это иллюстрируется данными таблицы 1.

1. Цветовая гамма дерново-подзолистых почв в зависимости от степени их окультуренности (n = 5)

Окультуренность	Цветовая гамма в системах						
	R	G	B	C	M	Y	K
OK ₁	123,8	97,2	64,2	35,6	50,0	68,8	34,2
OK ₃	113,4	78,8	55,6	34,4	57,6	68,4	42,0

Как видно из представленных данных, при увеличении содержания гумуса в хорошо окультуренной почве (OK₃) по сравнению с плохо окультуренной (OK₁), с 1,4 до 2,3% уменьшилась интенсивность красного (R), зеленого (G), голубого (B) цветов и значительно увеличилась интенсивность черного цвета (K).

Информативным является и соотношение интенсивности цветов [8, 10].

2. Цветовая гамма почв зависит и от развития в них анаэробных процессов.

Степень оглеения может оцениваться и по цветовой гамме почв, устанавливаемой методами компьютерной диагностики в цветовых системах СМΥК, Lab. Это иллюстрируют данные таблицы 2.

2. Изменение цветовой гаммы почв при развитии оглеения (n = 20)

Eh ⁺	C	M	Y	K	L	a	b	a/b
247,5±9,7	42,6±0,4	45,0±0,4	64,9±0,4	13,5±0,6	52,4±0,5	4,2±0,2	18,0±0,3	0,23
-96,7±1,7	34,9±0,7	35,9±0,5	55,2±0,5	3,6±0,4	63,0±0,6	3,2±0,2	18,2±0,4	0,18

* мВ по ХСЭ.

Как видно из представленных данных, при оглеении почв резко снижается величина окислительно-восстановительного потенциала. При этом уменьшается интенсивность черного цвета (K), увеличивается светлота (L), уменьшается отношение a/b, значительно снижается интенсивность желтого (Y) и оранжевого (M) цветов.

Интенсивность оглеения идентифицируется по соотношению цветов.

$$\text{Оглеение} = \Sigma k_1 M^{-1} + k_2 K^{-1} + k_3 Y^{-1} + k_4 a^{-1} + k_5 (a/b)^{-1} + k_6 L.$$

Снижение величины окислительно-восстановительного потенциала почв приводит в сочетании с условиями избыточного увлажнения к увеличению в почве подвижных соединений железа, марганца, к уменьшению отношения Сгк/Сфк. По полученным данным, для орошаемых аридных почв Ирана, залитых водой и водой с добавлением гидроксилamina величина Eh составляла, соответственно, 265 и 95 мВ по ХСЭ, содержание водорастворимого железа, соответственно, 0,05 и 0,12 мг/л, цветовая гамма почв в системе СМΥК, соответственно, для C – 44,3 и 38,8, для M – 46,0 и 38,3, для Y – 64,5 и 55,8, для K – 15,3 и 5,5. Величина L в системе Lab составляла, соответственно, 50,8 и 60,0.

3. Цветовая гамма почв в значительной степени зависит от степени их оструктуренности. Так, по литературным данным, хорошо оструктуренный пахотный слой отражает меньше света, чем слой бесструктурной почвы [4, 7].

По полученным данным, для серо-бурых почв Ирана (Zoom – 100%; 300 dpi; TIFF, пипетка 5 из 5 пикселей)

[7] цветовая гамма фракций из Ап > 10 мм и < 0,25 мм характеризовалась в системе СМΥК: C = 50,5±2,4 и 51,0±1,5 соответственно; M – 46,8±2,7 и 55,0±3,0; Y – 75,2±1,1 и 99,3±1,1; K – 26,2±5,0 и 41,2±7,7.

По литературным данным, спектральные коэффициенты отражения почв уменьшались при увеличении как глубины пор, так и доли поверхности, занятой порами [7].

4. В определенной степени цветовая гамма верхнего горизонта является индикатором и почвообразующих пород. Большее содержание биофильных элементов в породе, большая доля в ней минералов типа 2:1 с высокой емкостью поглощения приводят к более интенсивному развитию дернового процесса почвообразования, лучшему увлажнению почв, а, следовательно, к увеличению интенсивности черного цвета (K), обусловленного увеличением как отношения Сгк/Сфк, так и содержания гумуса. Развитие почв на ферраллитных корках выветривания приводит к росту интенсивности в них красного цвета [9].

5. Цветовая гамма почв отражает степень их загрязнения. По полученным данным, при высоком загрязнении дерново-подзолистой почвы нефтью показатели цветовой гаммы почвы в цветовой системе СМΥК изменились: C – от 33,5 ± 0,9 до 68,7±1,1, M – от 42,5±1,2 до 66,0±0,6, Y – от 62,2±1,3 до 64,7±0,2, K – от 6,6±1,1 до 70,7±1,7. В системе Lab величина L изменилась от 170,2±2,9 до 39,2±3,0; «a» – от 139,5±3,1 до 35,5±1,8, b – от 105,2±3,1 до 34,7±2,0.

По литературным данным, при этом изменялась и величина интегрального отражения почв (ρ₇₅₀) – от 27

до 14. Однако это зависит от состава нефти и степени ее очистки.

6. По цветовой гамме почв оценивается степень развития эрозии. При развитии водной и ветровой эрозии почв на эродированных почвах на поверхность выходят более глубокие горизонты с меньшим содержанием гумуса с иной цветовой гаммой. Так, у слабо- и средне-эродированных дерново-подзолистых почв ярче проявляется цвет подзолистого белесого горизонта, а у сильно-эродированных – сильнее проявляется красно-бурый цвет морены, залегающей под покровным суглинком. У намытых почв усиливается темный цвет, у оглеенных – цвет, характерный для этих почв и т.д.

Изучив цветовую гамму образцов с разным соотношением горизонтов, можно рассчитать степень эродированности почв. Например, по полученным данным, в суглинистой дерново-подзолистой почве цветовая гамма в системе RGB соответствовала при 100% A_2 и 100% BC, соответственно, R – $198,5 \pm 1,4$; $182,5 \pm 1,2$; G – $179,5 \pm 1,3$ и $14,5 \pm 0,9$; B – $151,2 \pm 1,3$ и $102,8 \pm 1,3$. При соотношении в смеси 50% горизонта A_2 и 50 % горизонта BC цветовая гамма почв соответствовала показателям: R – $193,3 \pm 0,7$, G – $159,2 \pm 0,7$, B – $122,3 \pm 0,6$.

7. Цветовая гамма отражает характер и степень засоления почв. По литературным данным [4, 7], спектральная отражательная способность почв характеризовалась следующими зависимостями:

$$\rho_{750} = b_0 + b_1 e^{-H} + b_2 (CaCO_3) + b_3 (CaSO_4) + b_4 (\Sigma S),$$

где H – содержание гумуса, ΣS – содержание водорастворимых солей. Наибольшее влияние на данный показатель (ρ_{750}) оказывало содержание несиликатного железа (32%), гипса (5,2%), легкорастворимых солей (6,5%), карбонатов (5,6%).

Спектральная отражательная способность почв в определенной степени коррелирует как с содержанием водорастворимых солей, так и с их составом. Так, по данным Д.С. Орлова с соавторами [4], для солей хлора установлена следующая зависимость: $\rho_{750} = 25,1 + 0,41(C_1)$, где C_1 в мг-экв/100 г. Для водорастворимых соединений Са установлена зависимость $\rho_{750} = 12,0 + 1,06(Ca)$. Для количества водорастворимых соединений Na и SO_4 : $\rho_{750} = 37 + 4,2(Na)^{0,22}$; $\rho_{750} = 37 + 3,5(SO_4)^{0,26}$.

При наличии в смеси нескольких компонентов ($S_1 - S_n$) суммарный коэффициент отражения $\rho_{\Sigma} = \rho_{S_1} + \rho_{S_2} + \dots$, где S_1, S_2 – коэффициенты отражения при данной длине волны для компонентов S_1, S_2 с учетом их доли в составе почвы.

8. Цветовая гамма почв является индикатором расположения почв в определенных ландшафтах. Так, по данным Каба Рами [2], в автономных мезоморфных семиаридных, в транзитных и аккумулятивных ландшафтах показатели цветовой гаммы в системе CMYK равны, соответственно, C – 47,2; 43,5; 53,0; M – 77,0; 76,2 и 69,7; Y – 83,0; 86,2 и 82,2; K – 70,0; 62,2 и 70,2.

Как видно из представленных данных, в аккумулятивном ландшафте, по сравнению с плато и склоном, больше величины C, K и меньше величины M и Y. В аккумулятивном ландшафте, по сравнению с транзитом, была меньше и светлота (L), соответственно, $15,2 \pm 2,8$ по сравнению с $29,2 \pm 1,2$. В аридном ландшафте, по сравнению с семиаридным, в автономных почвах была значительно ниже величина K, соответственно, $56,2 \pm 2,6$ по сравнению с $70,0 \pm 2,8$ и больше светлота (L) – $23,2 \pm 1,7$, по сравнению с $13,0 \pm 2,3$.

9. Цветовая гамма почв зависит от степени их увлажнения. Это иллюстрируют данные таблицы 3.

3. Цветовая гамма почв в зависимости от степени увлажнения образцов*

Цветовая модель	Серозем, Ап		Чернозем, Ап	
	сухие образцы	сырые образцы	сухие образцы	сырые образцы
CIE-Lab L	$51,0 \pm 0,2$	$55,1 \pm 0,7$	$26,7 \pm 0,7$	$28,4 \pm 0,4$
a	$3,6 \pm 0,1$	$4,1 \pm 0,1$	$3,1 \pm 0,1$	$3,5 \pm 0,2$
b	$13,1 \pm 0,1$	$14,8 \pm 0,1$	$7,3 \pm 0,1$	$8,3 \pm 0,4$
HSB H	33	34	29	27
S	26	27	26	30
B	53	57	28	30
RGB R	135	146	71	76
G	119	126	62	64
B	99	106	53	54

*Образцы почв после 3-недельного увлажнения.

Как видно из представленных данных, цветовая гамма сырых образцов отличается от цветовой гаммы сухих образцов. Поэтому определение цвета в полевых условиях неточно. Аналогичные ошибки возникают и при определении цветовой гаммы по космическим снимкам. Так, например, при определении цветовой гаммы каштановых почв в полевых условиях они были отнесены к каштановым почвам, а при проведении физико-химических анализов – к светло-каштановым. Распашка этих почв привела к увеличению восходящих токов засоленных почвенных растворов к поверхности и к потере пахотных угодий [9].

Однако, в разных типах почв влияние степени увлажнения почв на их цветовую гамму различается. Так, по полученным данным, в сухих и влажных образцах дерново-подзолистых почв интенсивность цвета в системе CMYK составляла, соответственно, C – $27,3 \pm 0,6$ и $46,5 \pm 0,8$, M – $40,7 \pm 2,7$ и $58,7 \pm 1,5$, Y – $59,8 \pm 2,9$ и $70,2 \pm 0,6$, K – $3,4 \pm 0,9$ и $31,3 \pm 1,3$.

Формирование цветовой гаммы почв есть функция ряда факторов:

$Y = f(t^0, R, W, W/t^0, \Pi, P)^t$, где t^0 – температура, R – радиационный баланс, W – увлажнение, W/t^0 – отношение осадков к испаряемости, t – время развития процесса. Как правило, современный процесс почвообразования накладывается на более древние процессы.

В то же время, цветовая гамма есть функция ее свойств: $\Sigma Y = \Sigma K_i X_i$, где K_i – степень влияния отдельных свойств почв на гамму, X_i – интенсивность отдельных факторов, влияющих на цветовую гамму (интенсивность цветов в разных диапазонах спектра).

Полезную информацию о генезисе и плодородии почв дает вычленение из цветовой гаммы почвенного профиля и отдельных горизонтов зон определенного цвета: сизого, охристого, черного, белого и др. После выделения однородных по цвету контуров на изображение наносится средствами Photoshop масштабная сетка 1×1 см, изображение сохраняется как TIFF-файл и загружается как растр в программу MapInfo. После соответствующих манипуляций однородные цветовые пятна выделяются как контуры, для которых автоматически рассчитываются площадь и периметр.

Эффект действия на цветовую гамму падающего на почву света зависит от его длины волны. Для оценки по цвету классификационной принадлежности почв целесообразны определение цвета стандартных образцов и сопоставление их цветовой гаммы с изучаемыми образцами.

Заключение. В работе предлагается уточнение классификационной принадлежности почв в полевых условиях при определении их цветовой гаммы и ее изменения по профилю почв методами компьютерной диагностики в цветовых системах RGB, CMYK, Lab.

Так, в слабооккультуренной дерново-подзолистой почве с содержанием гумуса 1,4% величина показателя К (чернота) была 34,2, а в хорошо окультуренной с содержанием гумуса 2,3% – 42,6. При развитии оглеения уменьшалась интенсивность черного цвета с $13,5 \pm 4,6$ до $3,6 \pm 0,4$, возрастала светлота (L) от $52,4 \pm 0,5$ до $63,0 \pm 0,6$. Загрязнение почв нефтепродуктами уменьшало L с 170,2 до 39,2, K увеличивалась с 6,0 до 179,2. Развитие эрозии дерново-подзолистых почв приводило к изменению цветовой гаммы горизонта Ap ближе к цветовой гамме A₂. Наблюдалось изменение цветовой гаммы почв от степени их увлажнения и оструктуренности.

Литература

1. Гукалов В.В., Савич В.И. Интегральная оценка кислотно-основного состояния почв таежно-лесной и лесостепной зон. – М.: РГАУ-МСХА, ВНИИА, 2019. – 408 с.
2. Каба Рами, Байбеков Р.Ф., Савич В.И., Егоров Д.Н. Оценка цвета почв в полевых условиях с использованием прибора GRE NaG Macbeth EYE-ONE Photo// Изв. ТСХА. – 2007. – №4. – С. 23-28.

3. Кирюшин В.И., Савин И.Ю., Савич В.И. и др. Использование дистанционных методов исследования при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия. – М.: РГАУ-МСХА, 2014. – 181 с.
4. Орлов Д.С., Суханова Н.И., Розанова М.С. Спектральная отражательная способность почв и их компонентов. – М.: МГУ, 2001. – 174 с.
5. Савин И.Ю., Столбовой В.С. Спектральная отражательная способность красноцветных почв Сирии// Почвоведение. – 1997. – №4. – С. 427-434.
6. Савич В.И., Крутилина В.С., Егоров Д.Н., Кашанский А.Д. Использование компьютерной диагностики для объективной характеристики цветов почв// Изв. ТСХА. – 2004. – Вып. 4. – С. 38-51.
7. Савич В.И., Байбеков Р.Ф., Егоров Д.Н. Агрономическая оценка отражательной способности системы почва-растение методом компьютерной диагностики. – М.: РГАУ-МСХА, 2006. – 216 с.
8. Савич В.И., Торшин С.П., Белолухов С.Л., Седых В.А. Агроэкологическая оценка органоминеральных комплексных соединений. – Иркутск: Мега-принт, 2017. – 298 с.
9. Савич В.И., Сорокин А.Е., Балабко П.Н., Чинилин А.В. Цветовая гамма почв, оцениваемая методами компьютерной диагностики, как индикатор их генезиса, плодородия и степени деградации//АгроЭкоИнфо. – 2018. – №4.
10. Седых В.А. Экологическая оценка использования птичьего помета в земледелии на почвах таежно-лесной зоны. – М.: РГАУ-МСХА, 2013. – 492 с.
11. Черноусько Ф.Л., Ермаков И.Л., Афанасьев Р.А. Основные направления роботизации земледелия// Плодородие. – 2018. – №1(100). – С. 48-52.

COLOR SOIL SPECTRUM ASSESSED BY COMPUTER DIAGNOSTIC METHODS AS AN INDICATOR OF SOIL GENESIS AND FERTILITY

V.A. Sedykh¹, V.I. Savich², Sukkar Lama², E.V. Misyureva²

¹Research Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, Narvskaya ul. 15A bldg.1, 125130 Moscow, Russia;

²RSAU-Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazevskaya ul 49, Moscow, 127550, Russia

It is shown that the color spectrum of soils, evaluated by computer diagnostic methods in the CMYK, Lab, RGB color systems, characterizes the properties of soils and their classification. So, in a poorly cultivated sod-podzolic soil with a humus content of 1.4%, the value of the indicator K (blackness) was 34.2, and in a well-cultivated with a humus content of 2.3% it was 42.6. With the development of gleying, the black intensity decreased from 13.5 ± 4.6 to 3.6 ± 0.4 , and the lightness L increased from 52.4 ± 0.5 to 63.0 ± 0.6 . Oil pollution of soils decreased L from 170.2 to 39.2, K increased from 6.0 to 179.2. The development of erosion of sod-podzolic soils led to a change in the color spectrum of the Ap horizon closer to the color spectrum of A₂. A change in the color gamut of soils from the degree of their moisture, structure is shown.

It is proposed to evaluate the classification affiliation of soils, taking into account the relation $K = \sum k_i X_i + k_{i+1} \cdot Z_{i+1}$, where k_i is the degree of influence of the color spectrum on the classification affiliation, X_i is the color intensity, Z_i is the pattern of variation of the color spectrum along the soil profile.

Key words: soil, classification, fertility, degradation, color spectrum Ap and soil profile, computer diagnostics.

УДК 631.87:631.874.2

ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО РАПСА И ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ НОВГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Б. Тиранов, к.э.н., ФГБНУ Новгородский НИИСХ

173516, Новгородская обл., Новгородский р-он, п/о Борки, ул. Парковая, д. 2.

E-mail: zevs1947@yandex.ru.

При разработке технологий возделывания ярового рапса использовали микробиологические удобрения Азотовит, Фосфатовит и сидерат зеленой массы ярового рапса в качестве органического удобрения. Микробиологические удобрения применяли совместно с минеральными удобрениями и пестицидами. Первую дозу минеральных удобрений (N₁P₁K₁) рассчитали на запланированную урожайность с учетом выноса основных элементов питания из почвы с урожаем и обеспеченности почвы доступным для растений азотом, фосфором и калием. Вторую дозу минеральных удобрений (N₂P₂K₂) уменьшили на 50 % для изучения эффективности взаимодействия минеральных и микробиологических удобрений. Использование микробиологических препаратов в баковых смесях с пестицидами снизило материальные затраты по их применению. Высокую урожайность зеленой массы рапса (более 3,5 т к. е/га) получили при дозах минеральных удобрений N₁P₁K₁ и N₂P₂K₂, и обработке посевного материала с последующей обработкой вегетирующих растений Азотовитом и Фосфатовитом. Энергоёмкость производства кормов при этом была низкой и составила от 3,2 до 4,1 ГДж /т к. е. с рентабельностью производства более 132 %. При