

ков, П.А. Шестаков // Достижения аграрной науки Урала и пути их реализации: мат. науч.-пр. конф. – Челябинск: ЧНИИСХ, 2005. – С. 129-132.

10. Решетников И.П. Сидеральное удобрение на дерново-подзолистых почвах Среднего Урала: науч. тр. / И.П. Решетников. – Свердловск: УралНИИСХ, 1970. – Т. IX. – С. 53-60.

11. Седова В.И., Дмитриева Л.В. Подготовка семенных клубней к посадке // Картофель и овощи. – 2003. – № 3. – С. 28-29.

12. Тиранов А.Б., Тиранова Л.В. Сидеральные и занятые пары в севооборотах //

Земледелие. – 2008. – № 3. – С. 16-17.

13. Халиуллин К.З. Сравнительная эффективность севооборотов с различной ротацией и агротехнологиями в предуральской степи Башкортостана / К.З. Халиуллин // Резервы повышения эффективности агропромышленного производства: мат. науч.-пр. конф. – Уфа: БашНИИСХ, 2004. – С. 161-163.

14. Шалдяева Е.М. Экологическое обоснование систем мониторинга и защиты картофеля от ризоктониоза в Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Краснодар, 2007. – 41 с.

УДК 631.4

Л. Н. Пуртова¹, Л. Н. Шапова¹, А. Н. Емельянов², С. Н. Иншакова³

¹ ФГБУН «Биолого-почвенный институт ДВО РАН», Владивосток

² ГНУ «Приморский НИИСХ Россельхозакадемии», Приморский край, Уссурийский район, п. Тимирязевский

³ ФГБОУ ВПО «Приморская ГСХА», Уссурийск
E-mail: inshakova@bk.ru

ВЛИЯНИЕ ФИТОМЕЛИОРАЦИИ НА ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ, МИКРОФЛОРУ И ОПТИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ АГРОАБРАЗЕМОВ ПРИМОРЬЯ

Ключевые слова: фитомелиорация, плодородие, гумус, оптические показатели почв, энергозапасы, микрофлора.

В агроабраземах с посевами фитомелиорантов (суданская трава, соя, гречиха, костреч, клевер, люцерна) изучены основные закономерности в изменении гумусного состояния, оптико-энергетических показателей и микрофлоры почв. Определены наиболее эффективные фитомелиоранты (клевер, люцерна, гречиха), позитивно влияющие на плодородие почв.

L. Purtova¹, L. Shchapova¹, A. Emelyanov², S. Inshakova³

¹FSBIS "Institute of Biology and Soil Science of the Far Eastern Branch of RAS", Vladivostok

²SSI "Primorsky Research Institute of Agriculture of Russian Academy of Agricultural Sciences", Primorsky Krai, Timiryazevsky village

³FSBE HPE «Primorskaya State Academy of Agriculture», Ussuriysk

THE EFFECT OF PHYTOAMELIORATION ON THE HUMUS CONTENT, MICROFLORA AND OPTICAL-ENERGETIC INDICATORS OF AGROABRAZEMS (DEGRADED SOILS) IN PRIMORYE

Key words: phytoamelioration, fertility, humus, optical indicators of soils, energy reserves, microflora.

The article discusses the effect of phytoamelioration with use of Sudan grass, soybean, buckwheat, meadow brome, clover, and alfalfa on the humus content, microflora and optical-energetic indicators of agroabrazems (degraded soils) in Primorye. It has been found out that clover, alfalfa, and buckwheat are the most effective phytoameliorants, which influence positively on the soil fertility.

Введение. В современном земледелии создание высокопродуктивных агроценозов должно осуществляться при более полном использовании средообразующих особенностей рекультивируемых растений наряду с рациональным применением техногенных средств интенсификации [6,8]. При этом весьма важны исследования изменения состояния плодородия пахотных почв. К одному из способов воспроизводства плодородия почв относится фитомелиорация, представляющая собой комплекс мероприятий по улучшению природной среды с помощью культивирования или поддержания естественных сообществ. К наиболее эффективным фитомелиорантам, оказывающим позитивное влияние на плодородие почв, относятся представители семейства бобовых (клевер, люцерна), гречишных (гречиха) и злаковых (суданская трава, кострец) [11, 16].

Широкое применение нашло использование сеносеменных смесей на основе бобовых и злаковых трав [17]. Установлено, что смена однолетних трав многолетними способствует интенсификации биологического круговорота и повышению плодородия почв. При этом весьма важны исследования процессов трансформации органического вещества почв микрофлорой, что значимо как для формирования оптимального пищевого режима культурных растений, так и обеспечения благоприятной фитосанитарной ситуации в посевах [3]. Также необходимо уделять внимание изменению показателей гумусового состояния почв. В работах отечественных и зарубежных авторов неоднократно отмечалось, что из-за ускоренной минерализации органического вещества почв наблюдается снижение содержания гумуса и негативные изменения в его качественном составе [5, 9, 14, 15].

Цель данной работы – изучение изменений в гумусовом состоянии, оптико-энергетических показателей и микрофлоре в агрообразцах Приморья с посевами различных фитомелиорантов (суданская трава, соя, гречиха, клевер,

кострец, люцерна).

В задачи исследований входило:

1. Изучить изменения в показателях гумусного состояния, оптико-энергетических параметрах и микрофлоре почв в посевах различных фитомелиорантов.

2. Определить наиболее эффективные фитомелиоранты, оказывающие позитивное влияние на плодородие почв.

Объекты и методы исследований.

Объектом исследования явились агрообразцы, сформированные в пределах сухоподольной части мелиоративной системы. Названия почв приведены согласно современной классификации 2004 г. [7]. Исследования проводились на вариантах полевого опыта ПримНИИСХ (пос. Тимирязевский, Уссурийский р-н, Приморский край) в течение 2011-2012 гг. по схеме: 1) контроль; 2) люцерна; 3) кострец; 4) клевер; 5) гречиха; 6) суданская трава; 7) соя. Площадь опытных участков составляла 200 м².

Содержание гумуса определяли по бихроматной окисляемости методом Тюрина, фракционно-групповой состав – по Коновой-Бельчиковой, запасы энергии, связанной с содержанием гумуса, рассчитывали по методике, предложенной Д.С. Орловым и Л.А. Гришиной [12]. Изучение оптических свойств почв (интегральное отражение – R), связанных с содержанием гумуса, проводилось на спектрофотометре СФ-18. На приборе производилась запись спектрального отражения (с, %) в диапазоне видимого спектра от 420 до 740 нм, с шагом 20 нм и на их основе рассчитывались параметры R. Оптическая плотность первой щелочной вытяжки (0,1N NaOH) гуминовых кислот (ГК) исследовалась на фотокалориметре – КФК - 2МП при длинах волн (л) 465 и 650 нм, и на основе полученных данных рассчитан показатель цветности (Q4/6) гуминовых кислот. Кислотность почв (pH_v, pH_c) исследовали потенциометрически, на pH-метре ОР-264 [1].

При исследовании показателей биогенности и биологической активности почв применяли общепринятые методы в почвенной микробиологии [10].

Результаты исследований и их обсуждения. Исследуемые почвы приурочены к Приморской юго-западной гидротермической провинции, для которой характерны высокие показатели выпадения осадков (до 800 мм), радиа-

ционного баланса (52,2 ккал/см² год) и затрат энергии на почвообразование (44,9 ккал/см² год) [15]. Гумусообразование в условиях фитомелиоративного опыта, в основном, протекало в условиях слабокислой реакции среды (табл.1).

Таблица 1 – Изменение кислотности почв (pH_v, pH_c) в агрообразцах в условиях фитомелиоративного опыта

Вариант	pH _v	pH _c
1. Контроль	6,62	5,68
2. Люцерна	6,62	5,55
3. Кострец	6,74	5,68
4. Клевер	6,62	5,69
5. Гречиха	6,94	5,80
6. Суданская трава	7,05	5,96
7. Соя	6,48	5,75

На варианте с посевом суданской травы отмечена тенденция к слабому подщелачиванию, что вызвано, на наш взгляд, проведенным ранее здесь известкованием почв.

На всех исследуемых культурах производился учёт фитомассы сплошным способом (взвешиванием всей массы с учётной площади делянок) и вычислены средние значения по годам: люцер-

на – 17,2 т/га, кострец – 6,7 т/га, клевер – 21,5 т/га, гречиха – 31,3 т/га, суданская трава – 32,5 т/га, соя – 24,4 т/га.

Содержание гумуса в поверхностных горизонтах агрообразцов, согласно оценочным показателям, разработанным Д.С.Орловым с соавторами [13], находилось на уровне низких значений. Запасы гумуса в 20 см слое почв оставались также низкими (табл. 2).

Таблица 2 – Показатели гумусного состояния почв в условиях фитомелиоративного опыта

Вариант	Гумус, %	Запасы гумуса, т/га в слое 20 см	Свод, в % от Собщ	«свободные» ГК	ГК, связанные с Ca ²⁺	Сгк/Сфк	С/Н
				в % от суммы ГК			
1. Контроль	3,36±0,06	75,88	0,58	29,20	70,75	0,84	10,50
2. Люцерна	3,30±0,02	86,01	0,45	47,00	52,70	0,55	9,70
3. Кострец	3,08±0,06	82,19	0,53	35,40	64,55	0,38	9,40
4. Клевер	3,50±0,04	93,81	0,42	32,70	67,30	0,50	10,30
5. Гречиха	3,39±0,03	72,67	0,49	43,85	43,85	0,90	9,90
6. Суданская трава	3,16±0,02	64,49	0,52	34,90	65,06	0,51	10,20
7. Соя	3,44±0,04	72,04	0,51	41,94	58,05	0,64	9,10

Примечание: Приведены средние показатели 2011-2012 гг. Вариабельность в содержании гумуса низкая, коэффициент вариации в исследуемых вариантах опыта колеблется от 2,1 до 4,2%.

По сравнению с контролем увеличение запасов гумуса установлено на вариантах с посевом бобовых трав (люцерна, клевер) и обусловлено деятельнос-

тью корневой системы бобовых культур, способствующей образованию гумуса и обогащению почв азотом. Обеспеченность почв азотом во всех исследуемых

вариантах опыта соответствовала уровню средних значений.

Количество водорастворимых органических соединений в связи с интенсивно идущими процессами трансформации органического вещества микрофлорой в вариантах (1,3,6,7) выше средних показателей, на вариантах (2,4,5) - среднее (табл. 2).

Результаты проведенных исследований показали, что в составе гумуса преобладали фульвокислоты. Тип гумуса изменялся от гуматно-фульватного (варианты 1,5) до фульватного (варианты 2,4,6,7) и очень фульватного (вариант 3). Исключение составляет вариант с гречихой, где отношение Сгк/Сфк приближается к единице. Увеличение отношения Сгк/Сфк в посевах гречихи связано с благотворным влиянием этой культуры на корнеобитаемый слой почвы. После её возделывания почва становится рыхлой, воздухопроницаемой и проникаемой на большую глубину. Благодаря созданию канальцев из перегнивших корней гречихи почва обогащается легкоусвояемыми формами фосфора и калия, повышается их доступность для последующих культур. Корневая система гречихи характеризуется очень высо-

кой физиологической активностью и обладает самой высокой способностью к синтезу органических кислот [4].

Среди гуминовых кислот в поверхностных горизонтах агрообразов преобладали фракции гуминовых кислот, связанные с Ca^{2+} , количество которых высокое (варианты 1,3,4,6) и среднее (варианты 2,5,7). Подобное присутствие фракций ГК свойственно для почв рисовых полей при их осушении. При этом содержание «свободных» гуминовых кислот достигало, в основном, низких (варианты 1,3,4,6) и средних (варианты 2,5,7) значений.

Наряду с исследованием гумусного состояния почв обращено внимание на изменение оптико-энергетических показателей почв при применении фитомелиорантов. Прослеживались различия в показателях энергозапасов почв, связанных с содержанием гумуса. Установлено, что большие энергозапасы почв свойственны для вариантов опыта с посевами бобовых трав (люцерна – 445, клевер – 485 млн ккал/га). На вариантах с посевами гречихи и сои из-за более низких показателей плотности сложения почв ($1,10 \text{ г/см}^3$) энергозапасы снижались (табл. 3).

Таблица 3 – Энергетические и оптические показатели почв (и их компонентов) в условиях фитомелиоративного опыта

Вариант	Q _г в слое 20см, млн ккал/га	R, %	Q _{4/6}
1.Контроль	392,45	24,9	6,58
2. Люцерна	445,20	27,2	6,24
3.Кострец	425,10	28,8	6,53
4.Клевер	485,20	24,4	6,18
5. Гречиха	375,90	25,2	8,43
6.Суданская трава	359,40	26,5	7,90
7. Соя	372,60	27,7	6,57

Примечание: Q_г – энергозапасы почв, связанные с содержанием гумуса; R – интегральное отражение почв в %; Q_{4/6} – коэффициент цветности при длинах волн 465нм и 650 нм.

На варианте с суданской травой более низкие параметры энергозапасов обусловлены более низким содержанием гумуса в почве.

С уменьшением содержания гумуса

прослеживались изменения в оптических параметрах почв - интегральном отражении (R). Установлена обратная связь между содержанием гумуса (Г) и R. Коэффициент корреляции для пары

Г-R составил 0,65. Для вариантов с посевами костреца зафиксированы более высокие параметры R (28,5%). Среди основных компонентов гумуса – гуминовых кислот, если судить по высоким показателям цветности ($Q_{4/6}$), в составе гуминовых кислот преобладали «молодые» коричневые гуматы, в строении которых более развиты периферические группировки [2]. Это во многом обусловлено интенсивно идущими процессами трансформации органического вещества микрофлорой почв и увеличением числа микроорганизмов, участвующих в процессах его минерализации. Также прослеживались различия в содержании микроорганизмов, использующих минеральные формы азота (табл. 4), что указывало на разную интенсивность процессов минерализации органического вещества в вариантах фитомелиоративного опыта.

Преобладание микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота над аммонификаторами, способствова-

ло интенсивной микробиологической минерализации. Высокие значения коэффициента минерализации зафиксированы на вариантах с клевером (3,40) и на контроле (2,40). Достаточно интенсивно эти процессы выражены и на варианте с суданской травой и соей. Для этих вариантов свойственны повышенные значения (выше средних значений) содержания водорастворимых органических веществ (табл. 2).

Судя по показателю коэффициента эвтрофности бактериального комплекса, оптимальное количество легкоминерализуемого органического вещества для поддержания пула гидролитической и копиотрофной группировок в микробном комплексе было высоким в вариантах с посевом костреца (0,90), суданской травы (0,79) и гречихи (0,72). Наиболее низкие показатели степени обеспеченности микрофлоры органическим веществом отмечены на варианте с посевом клевера и сои.

Таблица 4 – Численность и групповой состав микроорганизмов в почве фитомелиоративного опыта (тыс. КОЕ на 1 г почвы)

Вариант	Аммонификаторы (МПА)	Грибы	Бактерии, использующие мин. азот, на КАА	Актиноцеты	Олигонитрофилы, Эшби	КМ	КЭ	КО
1. Контроль	9750	47,5	17300	650	14700	2,40	0,55	1,57
2. Люцерна	12300	46,0	15800	375	15975	1,92	0,61	1,52
3. Кострец	12700	34,0	12825	350	9775	1,08	0,90	0,93
4. Клевер	5225	45,0	16550	325	14100	3,26	0,31	2,56
5. Гречиха	9375	35,3	13125	1200	11475	1,45	0,72	1,20
6. Суданская трава	12150	44,3	18200	525	11650	1,61	0,79	1,18
7. Соя	5500	32,4	12450	350	10800	2,15	0,51	1,95

Примечание: КМ – коэффициент минерализации (отношение микроорганизмов на КАА к МПА), КЭ – коэффициент эвтрофности (отношение микроорганизмов на МПА к КАА), КО – коэффициент олигонитрофильности (отношение микроорганизмов на среде Эшби к МПА)

Коэффициент олигонитрофильности достаточно высокий, за исключением варианта с посевом костреца, что свидетельствует о некотором отставании процессов иммобилизации азота в почве.

Выводы

1. Посевы фитомелиорантов оказывают позитивное влияние на состояние плодородия агрообразцов Приморья. По сравнению с контролем возросли за-

пасы гумуса на вариантах 2 (люцерна), 3(кострец), 4 (клевер). На вариантах 6 (суданская трава), 7(соя) снижение запасов гумуса и энергозапасов обусловлено усилением процессов минерализации органического вещества микрофлорой почв, а также более низкими параметрами плотности сложения почв.

2. Тип гумуса в большинстве вариантов опыта - фульватный. Увеличение в составе гумуса количества гуминовых кислот (вариант 1 – контроль; 4 – гречиха) привело к изменению типа гумуса на гуматно-фульватный.

3. Среди гуминовых кислот преобладали фракции гуминовых кислот, связанных с Ca^{2+} , количество их соответствовало уровню высоких (варианты 1, 3, 4, 6) и средних (варианты 2, 5) значений, тогда как содержание «свободных» гуминовых кислот оставалось низким (варианты 1, 3, 4, 6) и средним (варианты 2, 4). Наиболее равновесное состояние в системе гумусовых веществ, судя по показателям гумусного состояния почв, складывалось на варианте опыта с посевом гречихи.

4. Снижение содержания гумуса вызвало изменение оптических показателей почв - интегрального отражения. Коэффициент корреляции для пары Г-Р составил -0,65. Наибольшие показатели R (28,8%) и низкое содержание гумуса (3,08%) установлены в поверхностном горизонте агрообразцов с посевом костреца.

5. Преобладание микроорганизмов, усваивающих минеральные соединения азота над аммонификаторами, свидетельствовало о высокой интенсивности процессов микробиологической минерализации органических веществ в посевах суданской травы, что и явилось одной из причин уменьшения содержания гумуса.

6. Исходя из изменений показателей гумусного состояния и микрофлоры почв, установлено, что наиболее благоприятные условия для повышения плодородия почв складывались на вариан-

тах с посевом бобовых трав (люцерна, клевер) и гречишных (гречиха). Однако, высокая численность микроорганизмов и высокие коэффициенты минерализации при недостаточном обеспечении их свежим органическим веществом могут в дальнейшем привести к минерализации гумуса и снижению потенциального плодородия почв. В связи с этим необходим комплекс мероприятий по обеспечению почв свежим органическим веществом.

Библиографический список

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
2. Болдырев А.И. Рисовым полям высокое плодородие / А.И. Болдырев – Симферополь, 1969. – 207 с.
3. Евсеев В.В. Микробиологическая активность чернозема выщелоченного в зернопаровом и кормовом севооборотах лесостепной зоны Зауралья / В.В. Евсеев // Аграрный вестник Урала. – 2005. – № 1(25). – С.54-56.
4. Ефименко Д.Я. Гречиха / Д.Я. Ефименко, Г.И. Барабаш. – М.: Агропромиздат, 1990. – 192 с.
5. Ганжара Н.Ф. Баланс гумуса в почвах и пути его регулирования/ Н.Ф. Ганжара // Земледелие. – 1986. – №10. – С.7 - 9.
6. Зотиков В.И., Задорин А.Д. Повышение продуктивности и устойчивости агроэкосистем / В.И. Зотиков, А.Д. Задорин – Орел.: Картуш, 2007. – 197.
7. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Изд-во Ойкумена, 2004. – 342 с.
8. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика / В.И. Кирюшин – М.: Изд-во МСХА., 2000. – 474 с.
9. Кленов Б.М. Устойчивость гумуса автоморфных почв Западной Сибири / Б.М. Кленов – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – 175 с.
10. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д.Г. Звягнцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 303 с.
11. Новиков В.М. Влияние гороха и гречихи на плодородие почвы и продуктивность зерна севооборота при различной основной обработке почвы / В. М. Новиков // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – №2. – С.72-76.

12. Орлов Д.С. Практикум по химии гумуса / Д.С. Орлов, Л.А. Гришина. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 287 с.
13. Орлов Д.С. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов/ Д.С. Орлов, О.Н. Бирюкова, М.С. Розанова // Почвоведение. – 2004. – № 8. – С. 918-926.
14. Пуртова Л.Н. Энергетическое состояние почв Дальнего Востока России / Л.Н. Пуртова, Н.М. Костенков. – Владивосток.: Дальнаука, 2003. –135.с.
15. Пуртова Л.Н. Содержание органического углерода и энергозапасы в почвах природных и агрогенных ландшафтов юга Дальнего Востока России / Л.Н. Пуртова, Н.М. Костенков. – Владивосток: Дальнаука, 2009. – 123 с.
16. Суюндуков Я.Т. Роль фитомелиорации в воспроизводстве плодородия черноземов Зауралья (Башкирия) / Я.Т. Суюндуков, Б.М. Миркин, М.Р. Абдуллин и др. //Почвоведение. – 2007. – №10. – С. 1217-1225.
17. Суюндуков Я. Т. Повышение устойчивости агроэкосистем степного Зауралья Республики Башкортостан приемами фитомелиорации / Я.Т. Суюндуков, Р.Ф. Хасанова, Э.Ф. Сальманова и др. //Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т.14. – №1. – С 244-248.