

УДК 631.4

Л.Н. ПУРТОВА, Л.Н. ЩАПОВА, А.Н. ЕМЕЛЬЯНОВ, В.М. БОСЕНКО

Влияние различных приемов агротехнической обработки на плодородие агротемногумусовых глеевых почв в условиях фитомелиоративного опыта

*Исследовано влияние различных способов агротехнической обработки (боронования, дискования) в посевах козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.) на основные физико-химические свойства, каталазную активность и микрофлору агротемногумусовых глеевых почв Приморья. Установлено позитивное влияние боронования на плодородие и состояние микрофлоры почв.*

Ключевые слова: почва, микрофлора, фитомелиорация, плодородие, интегральное отражение, каталазная активность.

Influence of various methods of agrotechnical processing on fertility of agrodark-humic gley soils in the conditions of phytomeliorative experience. L.N. PURTOVA, L.N. SHCHAPOVA (Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok), A.N. YEMEL'YANOV, V.M. BOSENKO (Primorsky Scientific Research Institute of Agriculture, Primorsky Krai, Ussuriysk District, Timiryazevskiy village).

*Influence of various ways of agrotechnical processing (harrowing, disking) in crops of Eastern galega (*Galega orientalis* Lam.) on the main physical and chemical properties, catalase activity and microflora of agrodark-humic gley soils of Primorye is investigated. Positive influence of harrowing on fertility and condition of soils microflora is established.*

Key words: soil, microflora, phytomelioration, fertility, integral reflection, catalase activity.

Введение

В последнее время из-за недостаточного ресурсного обеспечения сельскохозяйственного производства резко сокращаются объемы работ по улучшению сенокосов и пастбищ. В таких условиях приоритетными становятся малозатратные способы травосеяния. Травостой с участием корневищных трав рекомендуется улучшать путем омоложения, поверхностной обработки дернины дискованием или фрезерованием [9].

Одной из перспективных кормовых и фитомелиоративных культур является козлятник восточный (*Galega orientalis* Lam.), имеющий мощную корневую систему, проникающую в почву на глубину 60–80 см, и способный давать устойчивые урожаи без перезалужения

*ПУРТОВА Людмила Николаевна – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, ЩАПОВА Людмила Никифоровна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник (Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток), ЕМЕЛЬЯНОВ Алексей Николаевич – кандидат сельскохозяйственных наук, директор, БОСЕНКО Вера Михайловна – аспирант (Приморский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Приморский край, Уссурийский район, пос. Тимирязевский). *E-mail: purtova@ibss.dvo.ru

в течение длительного времени [5, 12]. В условиях Приморья он показал хорошую адаптацию к возделыванию в муссонном климате, стабильно высокую урожайность и зимостойкость [4]. Опытов по улучшению его травостоев с использованием мелких обработок почвы практически не проводилось. Не изучалось также влияние козлятника при различных приемах агротехнической обработки (дискование, боронование) на показатели плодородия агротемногумусовых глеевых почв. В значительной мере это и обусловило актуальность проведения наших исследований.

Возделывание бобовых трав выгодно тем, что помимо получения высококачественного корма затраты совокупной энергии на производство продукции из них в 1,5–2 раза ниже, чем из злаковых трав. Основную потребность в азоте бобовые культуры удовлетворяют за счет симбиотической азотфиксации. Это позволяет существенно ограничить потребность в дорогостоящих азотных удобрениях, а значит, снизить себестоимость кормов и улучшить экологическую обстановку благодаря меньшему внесению в почвы нитратов и оксида азота. Козлятник как фитомелиорант в одних случаях может заменять клевер и люцерну, а в других – служить дополнением к ним, так как обладает очевидными преимуществами: срок использования травостоя 10 лет и более, укосная спелость достигается на 10–15 сут раньше, чем у этих трав, имеет высокую урожайность, что важно при создании зеленого конвейера [2, 8].

Цель работы – изучить влияние козлятника восточного при различных агротехнических приемах его возделывания на плодородие агротемногумусовых глеевых почв Приморья. В задачи исследования входило:

- 1) выявление изменений в агрохимических и физических свойствах почв в старовозрастных посевах козлятника при бороновании и дисковании;
- 2) исследование влияния различных способов агротехнической обработки на каталазную активность и микрофлору агротемногумусовых глеевых почв;
- 3) выработка рекомендаций по наиболее эффективным приемам агротехнической обработки почв в посевах козлятника с целью повышения плодородия почв.

Материалы и методы

Исследовался верхний генетический горизонт агротемногумусовых глеевых почв [6] мощностью 20 см с посевами козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.) и костреца безостого (*Bromopsis inermis*), которые являются распространенными фитомелиорантами, используемыми для улучшения структуры почв. В работе применяли общепринятые в почвоведении методы: рН почв определяли потенциометрически, гидролитическую кислотность оценивали по Каппену, поглощенные основания – по Шолленбергеру, подвижный фосфор – по Кирсанову, калий – по Масловой [1]. Оценку агрохимических показателей проводили по региональной шкале [7]. Содержание гумуса определяли по бихроматной окисляемости методом Тюрина [3, 14]. При оценке содержания и запасов гумуса учитывались рекомендации, изложенные в работе [13].

Оптические свойства почв, связанные с содержанием гумуса, изучали на спектрофотометре СФ-18. Спектральное отражение измеряли в диапазоне видимого спектра от 420 до 740 нм с шагом в 20 нм [11]. На основе полученных данных рассчитывали параметры интегрального отражения.

Плотность сложения почв исследовали по [1]. Микрофлору изучали общепринятыми в почвенной микробиологии методами, ферментативную (каталазную) активность оценивали газометрически [10].

Район закладки опытов – пос. Тимирязевский Приморского края Уссурийского района – характеризуется высоким среднегодовым количеством осадков (до 800 мм) и повышенным радиационным балансом (52,2 ккал/см² в год). Закладка опытов была произведена в мае 2016 г. на многолетних травостоях козлятника восточного и костреца безостого

на полях ПримНИИСХ. Козлятником (сорт Гале) поле засеяно в 1998 г., кострцом (сорт Первомайский) – в 2013 г. Расположение делянок многорядное систематическое ступенчатое. Повторность опыта четырехкратная. Размер каждой делянки 10 × 10 м. Способ посева рядовой беспокровный. Глубина заделки семян 1–2 см. Для козлятника норма высева составляла 20, для кострца – 17–24 кг всхожих семян на 1 га. Предшественниками для первой культуры были однолетние травы, для второй – гречиха.

Результаты и их обсуждение

Способы агротехнической обработки (дискование, боронование) неоднозначно влияют на физико-химические показатели агротемногумусовых глеевых почв. Для обоих вариантов свойственна слабкокислая реакция среды (табл. 1). Показатели обменной кислотности агротемногумусовых глеевых почв в посевах козлятника возрастают при дисковании и бороновании.

Таблица 1

Влияние способов агротехнической обработки на физико-химические показатели агротемногумусовых глеевых почв в посевах козлятника и кострца

Вариант опыта	рН		Гидролитическая кислотность, мг-экв./100 г почвы	Содержание, мг/100 г почвы		Содержание обменных катионов, мг-экв./100 г почвы			
	водный	солевой		Ph	К	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
Козлятник контроль	6,30	5,16	5,21	7,24	21,0	25,20	11,55	0,89	4,74
дискование	6,63	5,60	3,39	4,27	10,50	23,63	21,00	0,45	2,03
боронование	6,62	5,78	3,35	6,56	11,55	26,25	15,75	0,89	1,35
Кострец (контроль)	6,66	5,59	3,03	5,82	10,40	20,80	14,56	0,88	1,34

Показатели гидролитической кислотности ниже по сравнению с контрольным опытом без агротехнической обработки, что свидетельствует о насыщенности почвенного поглощающего комплекса катионами. Сумма поглощенных оснований во всех вариантах опыта имела высокие значения – от 40,7 до 50,5 мг-экв. на 100 г почвы. Среди поглощенных катионов преобладали ионы Ca²⁺ и Mg²⁺. Установлено повышенное содержание подвижного фосфора в посевах козлятника и кострца (контрольные опыты). Количество подвижных фосфатов при бороновании почв возрастает до 6,56 мг/100 г почвы, в то время как при дисковании снижается до средних показателей. Содержание подвижного калия в почве после ее агротехнической обработки уменьшается.

По оценочным грациям, предложенным Д.С. Орловым с соавторами [13], содержание гумуса имело среднее значение в почвах под посевами козлятника (контроль). При дисковании количество гумуса снижалось до 3,96 % (табл. 2).

При бороновании содержание гумуса оставалось ниже средних значений (4,49 %). Снижение содержания гумуса в этом варианте связано, вероятно, с усилением аэрации

Таблица 2

Изменение содержания гумуса в слое 0–20 см и интегрального отражения почв в агротемногумусовых глеевых почвах

Вариант опыта	Содержание гумуса, %	Запасы гумуса, т/га	Интегральное отражение почв, %
Козлятник контроль	5,01	117,2	24,0
дискование	3,96	103,7	28,3
боронование	4,49	100,5	27,2
Кострец (контроль)	3,24	86,2	28,6

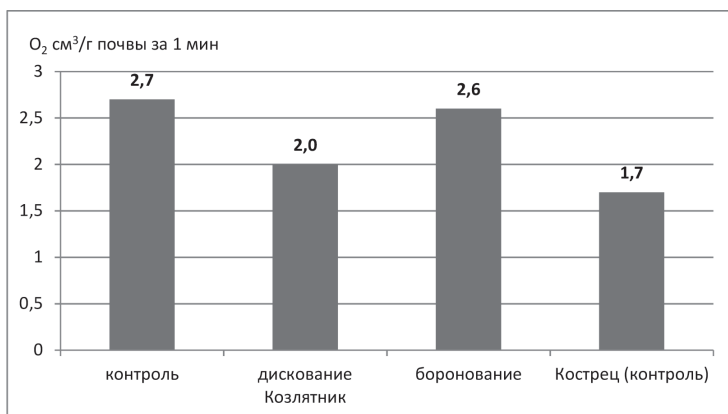
почв, активизацией процессов трансформации органического вещества микрофлорой и усилением ферментативной активности почв. В почвах под посевами костреца количество гумуса было самым низким. Известно, что показатель интегрального отражения почв имеет обратную зависимость от содержания в них гумуса [11]. Высокий показатель интегрального отражения отмечен в опытах с посевами костреца и козлятника после дискования.

Коэффициент корреляции для пары R–гумус составил -0,88, что указывает на тесную обратную связь между этими показателями.

Запасы гумуса в слое 0–20 см достигают средних значений во всех опытах с козлятником. Под посевами костреца запасы гумуса в почве низкие.

При бороновании почвам под посевами козлятника свойственна типичная для пахотных горизонтов агрогенных почв плотность сложения ($1,12 \text{ г/см}^3$), тогда как при дисковании этот показатель выше ($1,33 \text{ г/см}^3$) и близок к показателю для почв под посевами костреца.

Во всех исследованных вариантах почвы слабо обогащены каталазой (см. рисунок), согласно грациям, разработанным Д.Г. Звягинцевым [10]. Установлена тесная связь (коэффициент корреляции +0,97) между содержанием гумуса и уровнем каталазной активности. В почвах с более высоким содержанием гумуса обогащенность их каталазой возрастала. Более высокие показатели каталазной активности в посевах козлятника (контрольный опыт и после боронования) указывают на благоприятное его воздействие в качестве фитомелиоранта на окислительно-восстановительную обстановку в почве.



Изменение каталазной активности в поверхностном горизонте (0–20 см) агро-темногумусовых глеевых почв

В результате исследования микрофлоры почв установлено, что обработка посевов козлятника боронованием и дискованием увеличивает содержание аммонификаторов более чем в 2 раза (табл. 3). В данных вариантах опыта заметно возросла численность микроорганизмов, развивающихся за счет минерального азота. Однако соотношение этих двух групп микроорганизмов указывает на то, что процессы минерализации органического вещества сбалансированы и коэффициент минерализации при дисковании и бороновании составляет чуть более единицы.

Количество олигонитрофильных микроорганизмов было достаточно большим и, как правило, превышало численность аммонификаторов и амилитических микроорганизмов. Повышенная численность олигонитрофилов отмечена в почвах под посевами козлятника после дискования. Высокое содержание олигонитрофилов способствует сохранению азота в почве.

Содержание актиномицетов в микробоценозе незначительно. Только в опытах с дискованием в посевах козлятника отмечается возрастание численности актиномицетов, что создает условия для разложения гумуса в почве.

Численный и групповой состав микроорганизмов в условиях фитомелиоративного опыта при разных системах агротехнической обработки в агротемногумусовых глеевых почвах

Вариант опыта	Аммонификаторы	Грибы (Чапека)	Бактерии, использующие минеральный азот	Актиномицеты	Олигонитрофилы	Коэффициент минерализации
Козлятник контроль	8 200	230	17 000	150	21 800	2,1
дискование	16 400	220	21 100	500	26 200	1,3
боронование	18 550	310	24 300	100	17 600	1,3
Кострец (контроль)	10 000	385	37 900	200	18 200	3,8

В почвах с посевами костреца интенсивно развиты микробиологические процессы минерализации органического вещества. Об этом свидетельствует высокая численность микроорганизмов, развивающихся на минеральном азоте, по сравнению с численностью аммонификаторов. Коэффициент минерализации достаточно высокий – 3,8.

Заключение

Различные способы агротехнической обработки в условиях фитомелиоративного опыта оказывают неоднозначное влияние на физико-химические показатели почв и состояние микрофлоры.

При дисковании агротемногумусовые глеевые почвы под посевами козлятника имеют среднекислую реакцию среды, низкую гидролитическую кислотность, среднее содержание подвижных форм фосфора и калия, невысокое содержание гумуса и средние его запасы. Прослеживается возрастание интегрального отражения почв по сравнению с контролем, что свидетельствует о снижении содержания гумуса в горизонте 0–20 см. При этом уровень каталазной активности заметно уменьшается. Негативные изменения установлены и в физических показателях почв: плотность их сложения возросла с 1,17 до 1,33 г/см³.

Разложение органического вещества и его минерализация в варианте с дискованием в посевах козлятника сбалансированы. В составе микрофлоры увеличивается численность олигонитрофильных микроорганизмов. Большая численность актиномицетов в составе микробоценоза в посевах козлятника создает условия для разложения гумуса, что является негативным моментом.

Боронование почв также влияет на физико-химические показатели и микрофлору почв. Реакция среды в горизонте 0–20 см агротемногумусовых глеевых почв слабокислая (рН 5,78). Содержание подвижного фосфора уменьшается. Падает и содержание гумуса, что подтверждается снижением показателя интегрального отражения почв по сравнению с вариантом опыта, в котором применяется дискование почв. Возрастает обогащенность почв каталазой. Установлена тесная связь между показателями каталазной активности и содержанием гумуса ($r = +0,97$).

Боронование почв в посевах козлятника способствует развитию аммонификаторов и амилитических микроорганизмов. Содержание олигонитрофильных микроорганизмов уменьшается, что способствует сохранению гумуса в почве.

В почвах под посевами костреца по сравнению с посевами козлятника отмечается ухудшение физико-химических свойств почв. Снижается содержание гумуса, подвижных форм фосфора и калия, сокращается обогащенность почв каталазой. Почва уплотняется (показатели плотности сложения почв составили 1,33 г/см³). Высокий коэффициент минерализации свидетельствует об интенсивно идущих процессах разложения органического вещества микрофлорой, что подтверждается низким содержанием гумуса.

Таким образом, наиболее эффективным агротехническим приемом в посевах козлятника, который оказывает позитивное влияние на плодородие почв, является боронование.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрофизические методы исследования почв / Почв. ин-т им. В.В. Докучаева. М.: Наука, 1966. 256 с.
2. Алькова Н.Г. Для сырьевого конвейера // Кормовые культуры. 1988. № 5. С. 37–39.
3. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 487 с.
4. Емельянов А.Н., Волошина Т.А. О семеноводстве козлятника восточного в Приморском крае // Кормопроизводство: науч.-произв. журн. 2013. № 7. С. 22–23.
5. Волошина Т.А. Возделывание и использование козлятника восточного в условиях Приморского края: рекомендации / под общ. ред. А.К. Чайки; Примор. НИИСХ РАСХН. Тимирязевский, 2006. 36 с.
6. Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
7. Костенков Н.М., Оздобихин В.И. Научное обоснование снятия и использования плодородного слоя почв при открытых разработках полезных ископаемых // Аграрная наука сельскохозяйственному производству Дальнего Востока: к 75-летию образования Россельхозакадемии / Примор. НИИСХ РАСХН. Владивосток: Дальнаука, 2005. 458 с.
8. Кшникаткина А.Н., Гущина В.А. Приемы возделывания козлятника восточного // Козлятник восточный – проблемы возделывания и использования: тез. докл. I Всесоюз. науч.-произв. семинара. Челябинск, 1991. С. 54.
9. Ларин И.В. Пастбищеоборот. Система использования пастбищ и ухода за ними. М.; Л.: Сельхозиздат, 1960. 210 с.
10. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д.Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ, 1991. 303 с.
11. Михайлова Н.А., Пуртова Л.Н. Оптико-энергетические методы в экологии почв. Владивосток: Дальнаука, 2005. 79 с.
12. Новоселова А.С. Селекция и семеноводство клевера. М.: Агропромиздат, 1986. 199 с.
13. Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Розанова М.С. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов // Почвоведение. 2004. № 8. С. 918–926.
14. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса. М.: Изд-во МГУ, 1981. 287 с.