

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АЛЬТЕРНАТИВЫ
В СЕЛЬСКОМ И ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Сборник научных статей аспирантов и магистрантов

Выпуск 5

Красноярск 2015

ББК 28.08

Э 40

Ответственные за выпуск:

Чупрова В.В. – д-р биол. наук, профессор
Кураченко Н.Л. – д-р биол. наук, профессор
Горлова О.П. – канд. биол. наук, доцент

Э 40 **Экологические альтернативы в сельском и лесном хозяйстве: сб. науч. ст. аспирантов и магистрантов.** Вып. 5 / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2015. – 127 с.

В сборнике представлены научные статьи аспирантов и магистрантов Института агроэкологических технологий Красноярского ГАУ. Материалы сборника включают современные данные по продуктивности агроценозов и устойчивости почвенного плодородия. Освещены вопросы, связанные с условиями функционирования экосистем.

Предназначено для студентов, аспирантов, преподавателей в области агрономии, почвоведения и агрохимии.

ББК 28.08

ПРЕДИСЛОВИЕ

Уважаемый читатель, в ваших руках пятый выпуск ежегодного сборника научных статей магистрантов и аспирантов Института агроэкологических технологий Красноярского государственного аграрного университета «Экологические альтернативы в сельском и лесном хозяйстве».

Издание этого сборника было задумано в связи с необходимостью апробации научных материалов молодых исследователей и формирования банка данных для использования при разработке различных технологических и инновационных проектов. В нем представлены сообщения о начальных результатах экспериментов, осуществляемых в рамках научной тематики по программам направлений подготовки магистрантов 110100.68 «Агрохимия и агропочвоведение» и 110400.68 «Агрономия» в ИАЭТ Красноярского ГАУ, а также по программе подготовки аспирантов по направлению 06.06.01 «Биологические науки», профиль 03.02.13 «Почвоведение». В сборник включены также статьи школьников, сделанные в качестве докладов на I-х Докучаевских молодежных чтениях (5 декабря 2014 г., Институт агроэкологических технологий Красноярского ГАУ).

Выпуск сборника приурочен к Международному году (2015) почв, провозглашенному Генеральной Ассамблеей ООН. Главная цель Международного года почв – популяризация знаний о ней. Почва – уникальный компонент окружающей среды, это основа многих форм жизни.

Исследованиями прошлого установлены географические закономерности почвенного покрова, особенности генезиса и плодородия почв, возможности использования почвенных ресурсов. И современные запросы общества подчеркивают исключительную важность почвенных ресурсов в современном мире. Очевидно, что сложность и разнообразие современных практических задач требует теперь более широкого подхода к науке о почве.

Почва – прекрасный объект для обучения, научных изысканий. Забота об экологической безопасности почвы может служить убедительным примером природоохранной этики. Почвоведение вызывает сильные эмоции, задает много загадок и рассказывает людям о том, как результаты исследований помогают ответить на коренной вопрос: Что такое почва?

Обобщение результатов исследований в научную статью дает возможность первичного осмысления и сопоставления материала с опубликованными научными положениями ученых в этой области знаний, а также «оттолкнуться» от хорошо известного к новым идеям. В дальнейшем ценность материалов возрастает при условии основательности в организации научной работы, глубины анализа и обсуждения экспериментальных данных. Важны здесь и такие личностные качества, как заинтересованность, увлеченность и стремление к научной карьере. Мотивацией может быть небезразличный интерес к экологической ситуации, сложившейся в землепользовании.

Представленные научные статьи молодых ученых сгруппированы в разделы:

1. Экологические функции почв.
2. Условия функционирования почв.
3. Продуктивность агроценозов.

Статьи различны по объему, способам обработки и характеру обсуждения данных. Не все они отражают главную идею сборника. Однако полагаю, что и в таком виде авторские данные будут полезны. Дальнейшую работу целесообразно направить на актуализацию тематики научных исследований магистрантов и совершенствование аналитической части материалов, характеризующих информационную ценность сборника.

*Доктор биологических наук, профессор
В.В. Чупрова*

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ПОЧВ

К ВОПРОСУ О ПРОИСХОЖДЕНИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

М.И. Иргит

Научный руководитель – д-р биол. наук, профессор О.А. Ульянова

*Жизнь и благополучие всего комплекса наземных
биоценозов естественных и искусственных
зависит в конечном итоге от тонкого слоя,
образующего самый верхний покров Земли.*
Жан Дорст

Осознание глобальной роли педосферы не только в биосфере, но и в обществе, вызвало огромный интерес к работам общемировоззренческого плана, связанных с проблемами происхождения жизни и биосферы на Земле, историей педосферы и ее эволюцией на протяжении всей геологической истории Земли как планеты [2].

Известный чешский писатель Карел Чапек сказал: «...Человек, в сущности, не думает, что у него под ногами. Всегда мчится... и самое большое – взглянет, как прекрасны облака у него над головой... и не разу не поглядит себе под ноги, не похвалит: «Как прекрасна почва!». А она не только прекрасна, но животворна благодаря нашим предкам» [3].

Антропогенное воздействие на почвенный покров началось еще 30–40 тыс. лет назад. Сначала оно ограничивалось рекреацией, кострами, пожарами и рыхлениями небольших участков почвы. Более 12 тыс. лет назад возникло земледелие. Сначала, по гипотезе К.Д. Ефремова, оно появилось как ритуальное действие. Около жилищ люди начали сажать разные растения как ритуальный атрибут своей жизни. Постепенно отбор способствовал накоплению семян полезных растений. Сама селекция и подбор растений, очевидно, наиболее активно шли в горных условиях, в центрах видообразования (Кавказ, Малая Азия, Эфиопия, Анды и др.). Древнейшим центром хозяйственного земледелия называют так называемый плодородный полумесяц (рис. 1): земли от устья Ефрата через долину р. Иордан до

устья Нила. Полагали, что именно здесь плодородные почвы и мягкий климат способствовали возникновению товарного земледелия.



Рисунок 1 – Карта плодородного полумесяца

Однако почвы полумесяца отнюдь не самые плодородные, они относятся к пойменным, бурым пустынным (рис. 2) и серо-бурым почвам, так как жаркий климат региона способствует высокой скорости диффузии питательных веществ и более легкой доступности растениям, а также почвы испытывают недостаток в воде. И поэтому на них было применено орошение.



Рисунок 2 – Почвы бурых пустынь

Орошение способствовало образованию ирригационных почв, нарастающих кверху, и созданию плодородия в течение тысячелетий. Постепенно земледелие сместилось к северу, захватив Грецию, Ита-

лию, Малую Азию. Но громадные пространства степи были заняты кочевниками и скотоводами. Земледелие в умеренном поясе в первую очередь заняло серые и бурые лесные почвы. Они достаточно плодородные и имеют промывной водный режим, позволяющий использовать эти почвы без орошения. После освоения этих почв земледелие передвигалось на север и благодаря монастырям дошло даже до Крайнего Севера, до Соловков. Здесь монахи создавали наносные плодородные почвы и использовали скороспелые сорта растений, превращая почву из дерново-подзолистой в почву степной зоны (рис. 3).



Рисунок 3 – Освоение Соловков

Также следует отметить, что на другом континенте инки, ацтеки и майи постепенно сменились северо-американской цивилизацией. При этом южные штаты оказались более отсталыми, чем северные. В Англии и Германии стали широко применять дренаж, а затем удобрения, что коренным образом изменило ведение сельского хозяйства и продуктивность почв.

В России же в XX в. образовались центры зернового земледелия (рис. 4): ЦЧО, Поволжье, Кубань и Ставропольщина, Южный Урал и примыкающие к нему степи, Алтай, Омская и Новосибирская области, Красноярский край, Дальний Восток. Земледелие строилось на использовании черноземов. На этих почвах производство зерна было самым прибыльным, но приемы земледелия приводили к изменению почвенного покрова. Часть этих изменений сводится к деградации почв, часть – к их улучшению. Так, освоение дерново-подзолистых и подзолистых почв в рамках подсечно-огневой системы привело к эрозии верхнего слоя почвы и выходу на поверхность горизонта. Факти-

чески, антропогенные дерново-подзолистые и подзолистые превратились в дерново-подзолистые почвы [1].



Рисунок 4 – Центры зернового земледелия России

Все эти почвы – положительный итог многолетнего воздействия на них человека. Но одновременно существуют и другие примеры, связанные с деградацией почв: эрозия, уменьшение гумусового слоя почвы, минерализация гумуса, полная минерализация торфа на осушенных торфяниках, формирование вторичных черноземов при поливах, слитизация черноземов при поливе (рис. 5).

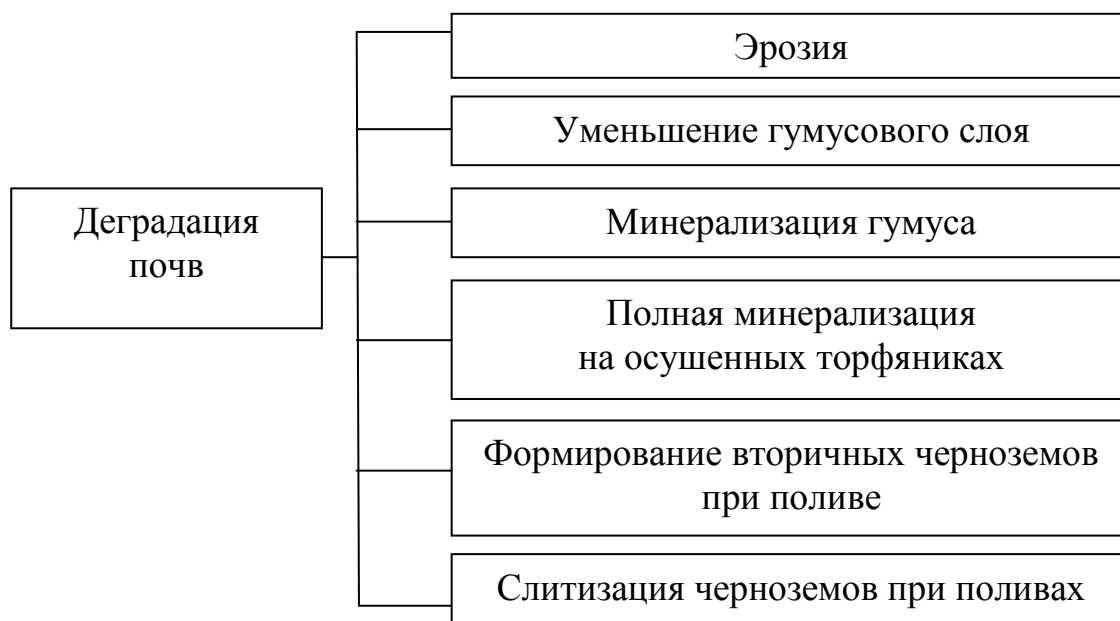


Рисунок 5 – Деградация почв

Наблюдения позволяют сделать ряд очень важных выводов: во-первых, занятия земледелием продуктивно там, где создан и имеется от природы промывной водный режим; во-вторых, разные почвы по-разному устойчивы к воздействию. И следует осознавать, что любое чрезмерное вмешательство в жизнь почвы (избыточный полив, большое количество удобрений, пестицидов и др.) приводит к деградации почв и, в конечном итоге, снижению ее продуктивности.

Таким образом, можно сказать, что возникновение первых цивилизаций связано с зоной не самых плодородных почв (пойменные, бурые, бурые полупустынные и серо-бурые). По мере продвижения на север земледельцы осваивали серые и бурые лесные почвы, а также благодаря монахам северных территорий России, чей труд очень насыщен и тяжел.

Наверняка в науке о почве открытий будет множество. Так, например, в физике, химии, биологии и других предметах за время их развития произошла не одна революция. А была ли она в почвоведении? Многие ученые спорят о принципах классификации, о ее точности, а первичный плодородный слой уже изменился во многих уголках земного шара. Вместо него появилось новое образование, именуемой культурной почвой, которое имеет мало общего с прежним. История почвенного покрова и его превращений, как видим, изменяется и будет изменяться, но лишь от человека зависит, каким будет наша почва в будущем. По меткому определению Жана Дорста, самым драгоценным капиталом человечества является почва. Как на заре своего существования, так и в настоящее время, несмотря на все достижения прогресса, человек по-прежнему получает от почвы почти все необходимое для поддержания своей жизнедеятельности.

Так давайте же будем беречь ее, и осознавать, как прекрасна почва под ногами!

Литература

1. Карпачевский, Л.О. Почвоведение в России: вызовы современности, основные направления развития / Л.О. Карпачевский, Т.А. Зубкова. – М.: Факультет почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. – С. 679–692.

2. Корсунов, В.М. Педосфера Земли / В.М. Корсунов, Е.Н. Красеха. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2010. – 472 с.

3. Рабочев И.С. В поисках плодородия / И.С. Рабочев, Н.Г. Вуколов. – М.: Современная Россия, 1983. – 70 с.

МИХАИЛ ВАСИЛЬЕВИЧ ЛОМОНОСОВ: У ИСТОКОВ РУССКОГО ПОЧВОВЕДЕНИЯ

Е.А. Харитонов

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Т.Н. Демьяненко

Михаил Васильевич Ломоносов – один из самых выдающихся ученых мировой науки и первый русский ученый-естествоиспытатель. В годы своей жизни он охватил все отрасли просвещения того времени: энциклопедия, химия и физика, астрономия, приборостроение, география, металлургия, геология, живопись, история и родословие. Это замечательный поэт, утвердивший основания современного русского литературного языка. Главной целью его жизни являлось развитие отечественного просвещения, науки и экономики. Он реализовал ее через многие научные труды, которые и по сей день считаются величайшими открытиями в различных областях знаний, а также через проект Московского университета, впоследствии названного в его честь.

Среди его произведений много работ по геологии. Из них резко выделяется работа «О слоях земных» (1750) – первый блестящий очерк геологической науки. Ломоносов писал: «Одно любопытство довольно побуждает, чтобы знать внутренность российской подземной природы и оную для общего приращения описав, показать ученому свету...» [2]. Эта работа положила начало геологической науке в нашей стране. Ученый изложил в ней свои взгляды на строение земной коры, происхождение горных пород и встречающихся в них окаменелостей и полезных ископаемых, на образование гор, причины перемещения суши и моря и т. д. По мнению В.И. Вернадского, идея развития земной коры, высказанная М.В. Ломоносовым в работе «О слоях земных», намного опережала состояние современной ему науки и сделана раньше той огромной работы описания России, которая была совершена натуралистами в течение царствования императрицы Екатерины II [1].

В этой работе были показаны многочисленные открытия Михаила Васильевича:

– рельефообразующие процессы, источниками которых являются внешние и внутренние силы;

– морское происхождение органогенных пород. Михаил Васильевич утверждал, что остатки вымерших животных встречаются там, где они жили. Если окаменелые морские раковины встречаются на суше, то, значит, эта суша была некогда дном моря. Ломоносов первый понял, что животные и растения далеких геологических эпох не только сохранились в виде отдельных окаменелых остатков, но и участвовали в образовании некоторых слоев земли, например пластов каменного угля;

– происхождение янтаря.

При описании «слоев земных» Ломоносов использует метод актуализма, который был сформулирован Чарлзом Лайелем только в 1830 г.

Помимо уникального геологического содержания, книга включает информацию, которую по праву можно назвать предисторией русского почвоведения. Всего в книге 4 главы. Почвенным вопросам посвящено несколько параграфов. Объем текста небольшой, но включает в себя множество актуальных сейчас направлений почвенной науки.

Первая глава трактата повествует о поверхности земли: «Начиная по порядку сие дело, за необходимость почитаю описать кратко самой верхней слой, как покрывку всех протчих, то есть самую земную наружность. Ибо она есть часть нижних, и много от них заимствует, уделяя им и от себя взаимно, что в следующих явно откроется» (гл. 1, §4) [2].

Здесь рассматриваются горы и долины всего мира (рельеф). Далее он повествует о «материальных качествах» поверхности: «Примеров довольно будет соединенных со следующими предложениями о материальных качествах верхнего слоя или земной наружности...» (гл. 1, § 23) «...Великую часть оная занимает чернозем, которой буде человеческими руками для плодоносия удобряется называется пахотною и огородною землею. Обще примечено, что таковую землю чем больше утучняют, тем толще черной слой становится» (§ 24) [2]. Далее он описывает, чем занята поверхность помимо чернозема: болотами, тундрами, песками и глиною «разных сортов».

В конце первой главы он обобщает все представления о поверхности земли: «... Видев верхней слой шара земного, или оного наружность, состоящего по фигуре из гор главных, кряжей и хребтов великих, из гор обыкновенных, из пригорков, бугров и холмов; из долин, из мест ровных и покатых, гладких и шероховатых, из утесов, пропа-

стей, пещер и расселин; по разности материй из чернозему, песку, глины, илу, камней, льду и снегу, огня, серы, селитры, и на конец из морских произведений; следует поступить далее в земную внутренность, которое путешествие продолжим до пределов, достигнутых рачением...» (§ 35) [2].

Глава четвертая содержит рассуждения об описываемых Ломоносовым процессах и явлениях, происходящих не только на поверхности, но и внутри земного шара: «Видели мы, какова земная поверхность, по фигуре и по материям; каковы слои и другие внутренности: ныне постоит употребить приобретенное сими способы и выше поданное знание к вящему пространнейшему и яснейшему сведению земного недр, приняв в помощь высокие науки» (гл. 4, § 97) [2].

Здесь он рассуждает о происхождении «слоев земных» и, «..следуя порядку в первой главе употребленному..» (§ 122) [2], начинает с чернозема. В четырех параграфах (§ 122–125) он раскрывает основы почвоведения. Здесь рассмотрены такие вопросы, как:

– биологический круговорот: «Тоже должно рассудить и о лугах на черноземе, где трава не бывает скошена или стравлена от скота; и в навоз перегнивает, тук земной умножая..» [2];

– фотосинтез: «Многочисленные иглы нечувствительными скважинками почерпают в себя с воздуха жирную влагу, которая тончайшими жилками по всему растению расходится и разделяется, обращаясь в его пищу и тело...» [2];

– эрозия: «... Тут песок глубок и чернозем в себя пожирает; на низких и покатных местах вымывает легкие черноземные частицы дождями и в даль сносит, а песок садясь скорее на дно, остается удобнее на старом месте...» [2];

– особенности гранулометрического состава почвы: «... Породы больше разнятся по цвету и по мелкости. Желтой и белой главное количество составляют, красного и серого меньше, зеленого, синего, вишневого, черного едва малое число обшцется. Несмотря на то, есть некоторая мера крупности, коя служит вместо признаку разности пород сверх других начертаний. Так вообще примечается, что белые пески всегда мельче желтых, красных и серых» [2].

Кульминация интересующего нас вопроса – сущность почвообразования: «...И каменные голые горы часто показывают на себе зелень мху молодого, которая после чернеет, и становится землею; земля накопясь долготою времени служит после к произведению крупного мху и других растений. *И так нет сомнения, что чернозем не первообразная и не первозданная материя, но произошол от согнития животных и растущих тел со временем...*» [2], и почвенно-

географические закономерности: «... В лесах, кои стоят всегда зелены, и на зиму листа не роняют, обыкновенно бывает земля песчаная; каковы в наших краях сосняки и ельники. Напротив того в березниках и в других лесах, кои лист в осень теряют, больше преимуществует чернозем» [2].

В этой работе Ломоносов высказал передовые для того времени соображения о почвообразовании как о своеобразном природном процессе. Он правильно объяснял образование чернозема, связывая его с накоплением в почве перегноя – остатков отмерших, разлагающихся растительных и животных организмов. Эта мысль Ломоносова в XIX в. получила развитие и подтверждение в исследованиях чернозема В.В. Докучаевым, основавшим новую науку – почвоведение. Заслуга М.В. Ломоносова и в том, что он впервые ввел термин «чернозем» в научный оборот.

Литература

1. Вернадский, В.И. О значении трудов М.В. Ломоносова в минералогии и геологии / В.И. Вернадский // Общество любителей естествознания, антропологии и этнографии. – М.: Изд-во тип. А.И. Мамонтова, 1900. – 34 с.
2. Ломоносов М.В. О слоях земных и другие работы по геологии / М.В. Ломоносов. – Л.: ГОСГЕОЛИЗДАТ, 1949. – 218 с.

САНИТАРНАЯ ФУНКЦИЯ ПОЧВ

Р.А. Кураченко

*Научный руководитель – учитель биологии гимназии №13 г. Красноярск
Т.А. Пахомова*

Почва является одним из неотъемлемых и незаменимых компонентов биосферы. Одна из важнейших ее экологических функций – санитарная, связанная с присущими ей асептическими свойствами, лимитирующими развитие болезнетворных микроорганизмов [4]. Основатель науки о почве Василий Васильевич Докучаев в одной из своих работ писал: «... если желают знать почву, безусловно, необходимо обстоятельно изучить те почвообразователи, результатом деятельности которых она является. Только в связи именно с такой постановкой вопроса мыслимо вполне овладеть почвой и с целями чисто прикладными – сельскохозяйственными и гигиеническими» [5].

Этим самым В.В. Докучаев подчеркнул, что почва – важнейший компонент всех наземных биоценозов и биосферы Земли в целом. Через почвенный покров Земли идут многочисленные экологические связи всех живущих на Земле и в почве организмов (в том числе и человека) с литосферой, гидросферой и атмосферой.

Почвенный покров находится в постоянном взаимодействии с атмосферой и гидросферой, принимая и отдавая им растворенные вещества. Растения усваивают их, передают через пищевые цепи животным и человеку. Почва, как губка, впитывает в себя различные вредные продукты, образующиеся в результате деятельности человека, которые она отдает нам вместе с продуктами питания. И понятно, что именно от состояния почвы напрямую зависит и физическое состояние человека. Загрязнение почв бытовыми и производственными отходами и химическими средствами может стать причиной многих заболеваний, поэтому требует почтительного отношения к гигиене почвы. В связи с этим изучение почв необходимо не только для сельскохозяйственных целей, развития лесного хозяйства, инженерно-строительного дела. Особую актуальность приобретает знание свойств почв для решения ряда проблем здравоохранения.

Здоровье человека – результат сложного взаимодействия социальных, средовых и биологических факторов. По данным Всемирной организации здравоохранения, окружающая среда на 20% определяет состояние здоровья человека [11]. Имеются доказательные данные о существовании связей между здоровьем и негативным влиянием химических факторов окружающей среды, в том числе химическим загрязнением почвы [7]. В почве отсутствует возможность быстрого самоочищения, поэтому ее состояние отражает уровень многолетнего антропогенного воздействия на окружающую среду [1].

В отличие от других факторов среды обитания, уровень загрязнения почв отражает, как правило, длительное воздействие комплекса экологически обусловленных процессов. Почва является не только объектом воздействия, но и источником загрязнения сопредельных сред и негативного влияния на здоровье человека. Поэтому почвенное загрязнение является индикатором загрязнения окружающей среды, наиболее полно характеризующим степень техногенного воздействия [9] и дающим представление о качестве жизнеобеспечивающих сред – атмосферного воздуха и воды. Состояние почвы представляет интерес как начальное звено пищевой цепи, как источник вторичного загрязнения атмосферы и воды, и, следовательно, может оцениваться

как интегральный показатель экологического состояния окружающей среды [15]. С гигиенических позиций под загрязнением почв следует подразумевать тот уровень содержания химических и биологических компонентов, который становится опасным для здоровья при прямом контакте или через контактирующие с почвой среды по экологическим цепям: почва – вода – человек; почва – атмосферный воздух – человек; почва – растение – человек; почва – растение – животное – человек [10].

Еще академик В.И. Вернадский [2] впервые отметил, что определенное влияние на здоровье человека может оказать химический состав почвы. К достаточно изученным из 47 химических элементов, постоянно присутствующих в составе организмов, относятся медь, кобальт, цинк, марганец, йод, молибден, селен, фтор, стронций, бор, кадмий и ванадий. Недостаток или избыток микроэлементов в почве приводит к недостатку или избытку их не только у травоядных, но и плотоядных животных, а также в организме человека. Это влечет за собой ослабление или усиление синтеза биологически активных веществ, в состав которых входят микроэлементы, нарушение процесса промежуточного обмена веществ, возникновение заболеваний, которые, связанные с недостатком или избытком микроэлементов, получили название эндемических.

Однако кроме естественных биогеохимических провинций существуют и антропогенные биогеохимические провинции. Хозяйственная деятельность человека приводит к их образованию. Такими, например, являются территории с аномально высоким содержанием нитратов в колодезной и грунтовой воде; территории, на которых произошло оседание радионуклеидов или на которых сосредоточены предприятия черной и цветной металлургии, машиностроительной и приборостроительной промышленности, где в почвах аномально высокое содержание свинца, бора, никеля, меди, хрома и других металлов.

Любая селитебная зона является источником поступления в окружающую природную среду огромного количества отходов производства и отходов потребления. Отходы производства и потребления на территории России представляют серьезную экологическую проблему. Например, на территории Российской Федерации площадь санкционированных и несанкционированных отвалов, хранилищ, свалок, полигонов составляет 250 тыс. га (86 млрд т твердых отходов). Из этой массы лишь 5% поступает на мусоросжигательные отходы. По данным Управления Россельхознадзора [6], в 2013 году в

Красноярском крае выявлено 106 несанкционированных мест размещения твердых бытовых отходов на сельскохозяйственных угодьях общей площадью 79,2 га. В пробах почв, отобранных на местах складирования отходов, обнаруживаются повышенные концентрации токсичных веществ (тяжелые металлы, полициклические ароматические углеводороды, диоксины и синтетические яды), опасные бактерии и гельминты.

Известно, что почва естественной среды обладает антисептическими свойствами за счет антибиотической насыщенности, что приводит уничтожению патогенных микроорганизмов [3]. Однако, высокая нагрузка на почвы населенных пунктов и земли сельскохозяйственного назначения, связанная с деятельностью человека, приводит к снижению самоочищающей способности, как к химическому, так и биологическому загрязнению.

Биологическое загрязнение почв – это составная часть органического загрязнения, обусловленная присутствием возбудителей инфекционных и инвазионных болезней, а также вредными насекомыми и клещами [12]. В загрязненной почве на фоне уменьшения истинных представителей почвенных микробоценозов и снижения ее биологической активности отмечается увеличение положительных находок патогенных энтеробактерий и геогельминтов, которые более устойчивы к химическому загрязнению почвы, чем представители естественных почвенных микробоценозов. Это является одной из причин необходимости контроля эпидемиологической безопасности почвы населенных пунктов и земель сельскохозяйственного назначения, так как с увеличением химической нагрузки эпидемиологическая опасность почвы может возрасти.

В почвенном покрове поселений присутствуют сапрофитные гидролитики, олиготрофы и копротрофы, осуществляющие деструкцию хозяйственно-бытовых и бытовых органических веществ, а также обеспечивающие процессы самоочищения почв [8]. Вместе с тем постоянно или временно в почве обитают патогенные, болезнетворные микроорганизмы, возбудители инфекционных заболеваний. К патогенным бактериям, живущим в почве, относятся возбудители таких опасных инфекционных заболеваний, как сибирская язва, газовая гангрена, столбняк, ботулизм. Из числа временных микроорганизмов, обитающих в почве, большую группу составляют возбудители кишечных инфекций (брюшного тифа, паратифов, дизентерии, холеры), бруцеллеза, туляремии, чумы, коклюша. Они попадают в почву толь-

ко при определенных условиях (с выделениями больных, с нечистотами и др.). Нельзя сказать, что почва является благоприятной средой для их обитания. В их гибели большую роль, наряду с недостатком питательных веществ, не всегда оптимальными влажностью и температурой почвы играет антагонизм между различного рода почвенными микроорганизмами. Не находя подходящих условий, патогенные для человека и животных бактерии погибают относительно быстро. Однако некоторые из них, особенно в загрязненной почве, сохраняются продолжительное время: возбудители брюшного тифа, паратифов и холеры могут оставаться жизнеспособными до трех месяцев; бруцеллеза – до пяти. Энтеровирусы – возбудители полиомиелита и некоторых кишечных заболеваний вирусного происхождения – сохраняются в почве до 170 дней.

Велика роль почв в распространении гельминтозов – болезней, вызываемых внедрением в организм человека глистов-паразитов – гельминтов. Почва часто и интенсивно обсеменяется яйцами аскарид. Последние в разных природно-климатических условиях выживают от нескольких суток до 10-15 лет [14]. Для яиц гельминтов (аскарид, власоглавок, токсокар и др.) почва – необходимая среда, в условиях которой происходит развитие их до инвазионной стадии. Из почвы яйца гельминтов попадают на различные объекты окружающей среды, в том числе и в поверхностные водные объекты. Наиболее часто и интенсивно обсеменяется почва яйцами геогельминтов, в результате: недостаточно высокого уровня санитарной культуры населения, неправильного устройства, удаленности от жилья и использования уборных, отсутствия или нерегулярной санитарной очистки территории населенных мест, низкой эффективности применения методов обеззараживания нечистот, сточных вод и их осадков, твердых бытовых отходов [13]. Зрелые яйца могут попасть в организм человека через загрязненные руки, при употреблении загрязненных овощей, ягод и воды.

В заключение следует отметить, что в городской селитебной зоне имеет место преимущественно техногенный фактор формирования экологического состояния территории [16]. Однако усиленной техногенной нагрузке подвергаются не только компоненты урбоэкосистем, но и прилегающие к ним агроэкосистемы. Поэтому почва, как один из наиболее консервативных компонентов ландшафта, является достоверным индикатором общего экологического состояния территории.

Литература

1. Бек, А.В. Гигиеническая оценка уровней загрязнения почв Санкт-Петербурга химическими веществами / А.В. Бек, Л.А. Аликбаева // Мат-лы XI Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М.: Канцлер, 2012. – С. 38–41.
2. Вернадский, В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения / В.И. Вернадский. – М.: Наука, 1987. – 339 с.
3. Герасимова, М.И. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация / М.И. Герасимова, М.Н. Строганова, Н.В. Можарова [и др.]. – Смоленск: Ойкумена, 2003. – 268 с.
4. Гигиенические нормативы / под ред. Г.Г. Онищенко. – СПб.: Профessional, 2011. – 118 с.
5. Докучаев, В.В. Дороже золота русский чернозем / В.В. Докучаев. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 544 с.
6. Доклад о результатах деятельности Управления Россельхознадзора по Красноярскому краю в 2013 году [Электронный ресурс]. – Красноярск, 2014. – 129 с. URL: http://www.ukrsn.ru/Upload/Files/documents/doclad/doklad_2013.pdf
7. Крятов, И.А. Современные проблемы разработки гигиенических нормативов в почве / И.А. Крятов // Гигиена и санитария. – 2012. – № 5. – С. 69–72.
8. Макарова, А.П. Санитарно-экологические свойства почвенного покрова урбанизированной территории в условиях Сибири / А.П. Макарова, Е.В. Напрасникова // Известия Иркутского государственного университета. – 2013. – Т. 6. – № 2. – С. 61–66.
9. Матусков, М.А. Состояние почвенного покрова городов европейской части России / М.А. Матусков, А.П. Щербо, Н.Т. Гончар // Чрезвычайные ситуации: организационные эколого-гигиенические и эпидемиологические проблемы. – СПб.: СПбМАПО, 2010. – С. 175–183.
10. Модель региональной программы первичной профилактики рака: метод. рекомендации / утв. Роспотребнадзором 08.10.2010. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 52 с.
11. Мельцер, А.В. Использование результатов социально-гигиенического мониторинга для обоснования мероприятий по рекультивации почв на территории объектов повышенного риска / А.В.

Мельцер, Н.В. Ерастова, Е.М. Тили [и др.] // Общественное здоровье и здравоохранение. – 2013. – № 2. – С. 76–79.

12. Мирчинк, Т.Г. Почвенная микробиология / Т.Г. Мирчинк. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 220 с.

13. Романенко, Н.А. Современные задачи санитарной паразитологии / Н.А. Романенко // Медицинская паразитология. – 2001. – № 4. – С. 25–29.

14. Талабов, М.С. Наличие яиц геогельминтов – как показатель санитарного состояния почвы населенных мест / М.С. Талабов, Ф.И. Одинаев // Кишоварз. – 2012. – № 2. – С. 13–15.

15. Титенко, Г.В. Оценка экологического состояния городских почв как средство оптимизации территории / Г.В. Титенко // Вестник СумГУ. – 2006. – № 5. – С. 149–152.

16. Щербаченко, Л.Б. Санитарно-гигиеническая оценка состояния почвы детских дошкольных учреждений / Л.Б. Щербаченко // Мат-лы XI Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М.: Канцлер, 2012. – С. 554–556.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О РОЛИ МИКРОБИОТЫ В ПОЧВЕННЫХ ПРОЦЕССАХ

Д.Е. Терехов

Научный руководитель – д-р биол. наук, профессор О.А. Сорокина

Недавние открытия в сфере молекулярной биологии показали необходимость новой информации по почвенной микробиологии, хотя бы потому, что сама почва является основной областью применения биотехнических продуктов, предназначенных для практического использования. Специалист в области фундаментальной почвенной микробиологии должен исследовать не только собственно биологию живого организма, но и контроль над нею почвенной среды. Под «собственной биологией» понимаются исследования организмов, особенно важных для почвы, таких как нитрификаторы, азотфиксаторы, денитрификаторы, гумусообразователи и патогенные микроорганизмы, определенные стадии развития которых протекают в почве.

В комплексе с чисто биологическими исследованиями

почвенные микробиологи изучают экологические факторы, контролирующие популяционные процессы: конкуренцию, стратегию выживания, рассеяние, способность кооперироваться. Собранная информация об этих факторах представляет собой сведения о почвенной микросреде и их экстраполяцию на уровень поля, ландшафта и, в конце концов, всей планеты [2, 3].

Под микроскопом все почвенные микроорганизмы кажутся удивительно похожими, но при тщательном изучении их функций и форм, их разнообразие представляется бесконечным. Чем больше мы узнаем о мириадах биохимических реакций деградации и синтеза, участвующих в циклах элементов питания, тем сильнее поражаемся многообразию физиологических и ферментативных процессов, которые они осуществляют [9]. По существу мир почвенных микроорганизмов содержит гораздо больше индивидуумов, он более биоразнообразен по сравнению с другими средами обитания. И именно эти мельчайшие существа обеспечивают существование жизни на земле и благосостояние людей. Они участвуют во всех микробиологических процессах, корректируют круговорот элементов питания растений, они производят и потребляют газы, влияющие на климат и атмосферу, а также разлагают органические вещества и токсичные вещества, отходы жизнедеятельности человека.

Одним из новых положений в почвенной микробиологии является утверждение о протекании сложнейших реакций в многочисленных почвенных микроразонах, так называемых локусах (термин пришел из генетики, где отмечаются определенные участки, например в цепи ДНК, которые называли локусами). В этих микроразонах сосредоточены условия для жизнедеятельности определенных групп (видов) микроорганизмов, где они активно размножаются [5, 6]. Есть стерильные участки, а есть локусы с чистыми культурами, не требующими посева. Именно такое микроразонирование этих организмов затрудняет мониторинг и моделирование ключевых звеньев в круговороте элементов питания.

Понимание разнообразия микроорганизмов необходимо для рассмотрения и объяснения круговорота главных биогенных элементов. Особенно важно превращение веществ, входящих в состав живой материи, – так называемых органогенов. Это углерод, азот, сера, фосфор, кислород и водород, из которых строятся белки, жиры, углеводы. Органическое вещество в почвах мира (включая гумус и биомассу микроорганизмов) содержит в 3 раза больше углерода, чем

вся наземная растительность. В процессе минерализации микробы почвы и воды не только переводят углерод органических соединений в CO_2 , но и возвращают в круговорот остальные биоэлементы.

В последние годы установлено, что дополнительный цикл круговорота углерода обусловлен анаэробными почвенными микроорганизмами [10, 11]. Одни из них (метанобактерии, метанококки и некоторые клостридии) в условиях влажных почв восстанавливают CO_2 в метан (CH_4). Другие, наоборот, окисляют метан в углекислоту (метаномонас, псевдомонас). Одним из этапов круговорота углерода в природе являются процессы брожения. Они также происходят при участии микроорганизмов.

Фосфор является ключевым элементом биосферы. Круговорот фосфора несколько отличается от круговорота остальных элементов. Освобождение фосфора из органических соединений происходит в результате процессов гниения. Однако до сих пор не обнаружены микроорганизмы, которые могли бы осуществлять процессы окисления и восстановления фосфора. Фосфорные бактерии, находящиеся в почве и воде, используют для своей жизнедеятельности нерастворимые соединения фосфора, переводя их в растворимые. Эти соединения затем могут быть использованы растениями. Переходу нерастворимых соединений фосфора в растворимые способствуют также нитрифицирующие и серные бактерии, образующие кислоты при процессах брожения. Кроме того, грибы, точнее симбиоз грибов с корнями, усиливает усвоение фосфора, делая его более доступнее. Почвенные микроорганизмы регулируют минерализацию фосфора.

Содержание серы в живых организмах незначительно, но она входит в состав белка и тем самым играет существенную роль в протекании биохимических процессах. В процессах превращения серы в почве огромную роль играют серобактерии.

Устоявшееся вековое представление о процессе нитрификации, открытое еще в конце XIX в. С.Н. Виноградским в том, что это микробиологический процесс, осуществляемый почвенными бактериями, что связано с получением энергии (хемосинтез, автотрофная нитрификация). В результате этого процесса растения получают питательные вещества, необходимые для жизнедеятельности.

Усовершенственная методика получения чистых культур, участвующих в процессе нитрификации в различных почвенных локусах, позволила открыть новые механизмы нитрификации, связанные с защитой от активных форм кислорода, образующихся при разло-

жении пероксида водорода (гетеротрофная нитрификация). Это установлено методом иммуноферментных исследований из локусов штаммов, способных к нитрификации в данной микроне. Были детально исследованы эволюционные связи между нитрифицирующими бактериями, способными трансформировать CH_4 в CO_2 , но предпочитающими потреблять NH_4 , а также бактериями «истинными» нитрификаторами, трансформирующими NH_4 или NO_2 в NO_3 и при этом предпочитающими CH_4 . В результате этих исследований открыт еще круг микроорганизмов – дублеров процесса нитрификации. Теперь известно три класса консументов NH_4 , мобилизирующих аммонийный азот в почвах, помимо классического рода нитрозомонас. При этом установлено, что в жестких условиях (t , w , pH и т. д.) истинные нитрификаторы не могут размножаться и тогда их функцию выполняют дублеры, которые осуществляют процесс нитрификации в результате реакции соокисления органического вещества (гетеротрофная нитрификация). Таким образом, если в исследуемых почвах создаются оптимальные условия для развития истинных нитрификаторов, то процесс нитрификации идет активно по классической схеме и осуществляется хемотрофными нитрификаторами. В другом случае речь идет о менее активном процессе, гетеротрофной нитрификации (продукты дублирования). Ее могут осуществлять зачастую бактерии рода *Pseudomonas*, широко распространенные в почвах.

Таким образом, все микробиологические процессы идут в отдельных локусах. Например, условия для развития серобактерий являются токсичными для других микроорганизмов, а фосфорные или железо-марганцевые бактерии «находят» свою среду обитания, где есть фосфор, марганец или железо, соответственно. Отсюда очень важно в сельском хозяйстве равномерное распределение удобрений по полю. Нужно разрушить мезо- и микронеональность микроорганизмов. Чем лучше распределишь по полю удобрения, тем больше соединяются локусы.

Существенно улучшить азотное питание способны ассоциативные азотфиксаторы, открытые сравнительно недавно. Эти микроорганизмы, размещаясь в прикорневой зоне растений, в благоприятных условиях могут обеспечить до 45% потребности растений в азоте. Ассоциативными бактериями фиксируются заметные количества атмосферного азота. В середине XX в. считалось, что азотфиксирующие микроорганизмы принадлежат к двум основным группам: свободноживущих и симбиотических азотфиксаторов. Однако после исследования функционирования в агроценозах злаковых

растений азотфиксирующих бактерий рода *Azospirillum* стал ясным вопрос о существовании более тесных, ассоциативных связей азотфиксирующих микроорганизмов с небобовыми растениями. Так, было показано, что в течение года в разных типах почв микроорганизмы могут фиксировать от 34 до 60 кг азота на 1 га. Оптимизируя свойства почвы и внося органические удобрения, продуктивность природной популяции ассоциативных азотфиксаторов можно повысить в 2–4 раза.

Изучение ассоциативной азотфиксации превратилось в самостоятельный раздел учения о биологическом азоте. Показано широкое распространение ассоциативной азотфиксации, выяснены многие физиологические и биохимические особенности этого процесса, активно изучаются микроорганизмы, осуществляющие его в ассоциации с растениями [7]. Интенсивность такой азотфиксации определяется не только видовыми особенностями растений, а также их сортовыми различиями. Современное изучение особенностей ассоциативной азотфиксации привело к выводу о большой ее экологической значимости – именно этим путем вероятнее всего происходит пополнение фонда доступного азота в большинстве природных экосистем.

Значительная роль в пополнении биосферы азотом принадлежит симбиотрофной азотфиксации. Этот процесс достаточно хорошо изучен. Возбудителями его являются бактерии, образующие клубеньки на корнях. В последние годы установлено, что эти клубеньки или узелки образуются на стеблях и листьях, стволах древесных и кустарниковых видов растений. Для этих видов бактерий характерна определенная специфичность к видам и даже определенным сортам растений, с которыми они способны формировать эффективные симбиотические взаимоотношения. В оптимальных условиях функционирования бобово-ризобияльного симбиоза потенциальные размеры симбиотической азотфиксации могут достигать 130–390 кг/га. Еще более высоких значений этот показатель может достигать для многолетних бобовых трав – 270–550 кг/га.

Современными исследованиями установлено, что азотфиксаторы создают относительно благоприятный режим питания для своих последователей. Кроме улучшения азотного режима, они способствуют деградации (высвобождению) почвенных элементов фосфорного и калийного питания. В результате их последователи существенно активнее обеспечивают себя необходимыми элементами пи-

тания и становятся более конкурентными.

В последнее десятилетие огромное внимание в почвенной микробиологии уделяется биоремедиации [1]. Это одна из способностей природы к самоочищению окружающей среды, нарушенной воздействием антропогенных загрязнителей. Хотя термин «биоремедиация» (санация, улучшение качества) возник совсем недавно, но сам природный процесс существовал на этапе возникновения первых форм жизни, когда под воздействием загрязненных компонентов были выработаны определенные детоксифицирующие механизмы по преобразованию их в менее вредные формы, снижающие экологическое напряжение [4]. В настоящее время биоремедиационные технологии основаны на механизмах и потенциалах почти всех видов жизненных форм, то есть растений (фиторемедиация), микроорганизмов (микробная ремедиация) и животных (зооремедиация).

Главную роль в деградации загрязнений играют микроорганизмы. Они преобразовывают опасные органические загрязнители к экологически безопасным уровням в почвах, поверхностных материалах, воде и осадках. Микробы имеют дело с ядовитыми химикатами, применяя ферменты, чтобы преобразовать один химикат в другую форму, при этом получая необходимую для жизни энергию. Химические преобразования приводят к расщеплению больших молекул в несколько маленьких более простой формы. В некоторых случаях побочные продукты бактериальной ремедиации не только безопасны, но и могут оказаться полезными.

Биоремедиация *ex situ* основана на снятии слоя загрязненной почвы и очистке ее от поллютантов за пределами места загрязнения, что делает этот подход более дорогостоящим, чем биоремедиация *in situ*. Тем не менее, у технологий данного типа есть ряд преимуществ: они требуют меньше времени и обеспечивают полный контроль процесса очистки.

Одним из типов, применяемых при биоремедиация *in situ* технологий является использование биореакторов. Перед помещением в биореактор из почвы удаляются крупные камни, грунт подвергается перемешиванию, что делает его более однородным. После добавления воды образуется глинистая суспензия, в которую вносятся микроорганизмы, проводящие очистку от поллютанта почвы. Для микроорганизмов в реакторе создаются оптимальные условия. После завершения процесса очистки почва высушивается и возвращается в окружающую среду [8].

Другой подход биоремедиации *in situ* заключается в том, что

удаленная с места загрязнения почва размещается на определенной территории, ее обеспечивают аэрацией, питательными веществами и водой для стимуляции роста и метаболизма микроорганизмов, осуществляющих биоремедиацию. По сравнению с очисткой с помощью биореакторов данная технология требует много места и занимает больше времени. Можно выделить несколько различных вариантов такого подхода. В одном из вариантов загрязненную почву удаляют с места загрязнения и распределяют тонким слоем на площади, специально огороженной по периметру для предотвращения распространения загрязнения за ее пределы. Почву вспахивают для обеспечения доступа кислорода почвенным микроорганизмам и добавляют стимулирующие их рост вещества. Также над почвой разбрызгивают воду, что позволяет поддерживать оптимальную влажность и понижает запыленность воздуха. Загрязненную почву можно также складывать толстым слоем высотой 1–3 м. При этом аэрация путем вспахивания заменяется аэрацией с помощью системы труб, доставляющих в почву воздух для стимуляции биодеградации. В данном случае почву обычно смешивают с каким-нибудь рыхлым веществом (например, соломой), чтобы облегчить аэрацию. В процессе ремедиации из-за продувки воздуха происходит испарение из грунта различных веществ, в том числе самого поллютанта, поэтому система обязательно снабжается датчиком состава почвенных испарений. Также в грунт добавляют удобрения и поддерживают на определенном уровне влажность.

При смешивании грунта с большим количеством разрыхлителей (сена, кукурузных кочерыжек, соломы) аэрацию можно осуществлять с помощью вакуумных насосов или вентиляторов. Такую смесь также можно аэрировать путем перемешивания в специальных резервуарах. Еще один вариант – размещение загрязненной почвы с разрыхлителем в длинные кучи, регулярно перемешиваемые тракторами. Во всех этих трех случаях соотношение разрыхлитель/почва составляет примерно 1/3. После каждого перемешивания почва укрывается, что позволяет поддерживать нужную температуру и влажность. Очистка таким способом занимает недели вместо обычных для биоремедиации почв месяцев.

Таким образом, исследования последних лет внесли коррективы в классические представления о пространственном распространении (микролокусах) и роли микробиоты в почвенных процессах. Особенно это касается участия микробиоты в круговороте веществ углеродного (метанотрофия, метаногения) и азотного цикла (нитрификация, азотфиксация, денитрификация), а также микробобиоремедиации.

Литература

1. Актуальные проблемы нанобиотехнологий и инноваций с нетрадиционными природными ресурсами и создание функциональных продуктов: V Российская научно-практическая конференция: мат-лы конференции / под ред. В.Н. Зеленкова. – М.: РАЕН, 2009. – 249 с.
2. Ананьева, Н.Д. Оценка устойчивости микробных комплексов почв к природным и антропогенным воздействиям / Н.Д. Ананьева // Почвоведение. – 2002. – № 5. – С. 580–587.
3. Горленко, М.В. Функциональное биоразнообразие почвенных микроорганизмов: подходы к оценке / М.В. Горленко // Перспективы развития почвенной микробиологии. – М., 2001. – С. 228–234.
4. Градусов, А.В. Биомониторинг почвы / А.В. Градусов, Ф.К. Алимова, Н.Г. Захарова. – Казань: КГУ, 2009. – 47 с.
5. Добровольская, Т.Г. Структура бактериальных сообществ почв / Т.Г. Добровольская. – М.: НКЦ «Академкнига», 2002. – 282 с.
6. Заварзин, Г.А. Современные бактерии и бактериальные сообщества / Г.А. Заварзин // Бактериальная палеонтология. – М.: ПИН РАН, 2004. – С. 6–25.
7. Коробова, Л.Н. Особенности сукцессии микробных сообществ в черноземах Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Новосибирск, 2007. – 32 с.
8. Наумова, Р.П. Экологическая биотехнология / Р.П. Наумова, С.К. Зарипова. – Казань: Унипресс, 2002. – 253 с.
9. Хазиев, Ф.Х. Методы почвенной энзимологии / Ф.Х. Хазиев. – М.: Наука, 2005. – 252с.
10. Anderson, T.H. The metabolic quotient for CO₂ (qCO₂) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental condition on the microbial biomass of forest soil / T.H. Anderson, K.H. Domch // Soil biology and Biochemistry. – 1993. – 25. – P. 393–395.
11. Frank, A.B. Soil biology and Biochemistry / A.B. Frank, M.A. Liebig, J.D. Hanson. – 2002. – 34 – P. 1235–1241.

УСЛОВИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОЧВ

МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ЛЕГКОГИДРОЛИЗУЕМОГО АЗОТА В ИНИЦИАЛЬНЫХ ПОЧВАХ

Н.В. Бодикова

Научный руководитель – д-р биол. наук, профессор Л.С. Шугалей

Исследования проводились в разновозрастных культурах сосны, созданных на технически рекультивированных отвалах вскрышных пород Назаровского угольного разреза без нанесения плодородного слоя. Назаровская котловина характеризуется высокой сельскохозяйственной освоенностью и низкой лесистостью [5]. Экологическая оптимизация условий региона, как доказано научными исследованиями Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, возможна только при сохранении лесов горного обрамления Назаровской котловины и создании лесных массивов на не пригодных для сельскохозяйственного производства землях. Лесная рекультивация нарушенных земель является важнейшим направлением биологической рекультивации.

Объектами исследования являются почвы, формирующиеся под культурами сосны на Восточном и Сереженском гидроотвалах, Бес-транспортном отвале и агросерых почвах хр. Арга. Классификация и диагностика почв техногенных ландшафтов находится в стадии разработки [4]. Почвенные образцы отбирались по слоям: органогенный горизонт, 0–5; 5–10; 10–20 и 20–40 см в 10-кратной повторности и аммонифицирующая и нитрифицирующая способности инициальных почв определялись по общепринятым методикам [1].

Валовое содержание азота в органогенном и аккумулятивном горизонтах сравнительно высокое и характеризуется высокой (30–59%) пространственной изменчивостью, в аккумулятивной части профиля вариабельность снижается до 2–9%. На легкогидролизующий азот в органогенной части профиля приходится 1,5–2,4% валового содержания, при пространственной изменчивости 16–30%. В минеральной толще литостратов имеет место сравнительно высокое содержание легкогидролизующей фракции, но закономерностей распределения его по глубинам не наблюдается, пространственная изменчи-

вость – 25–74% [2]. Четырехнедельный период компостирования показал уменьшение содержания в почве минерального азота вследствие активного потребления азота микроорганизмами и меньшим возвратом его в почву в период их отмирания. Жизнедеятельность микроорганизмов в период компостирования почвы в оптимальных условиях температуры (+28°C) и влажности (60% ПВ) протекала настолько активно, что быстрое потребление минеральных форм азота не всегда компенсировалось за счет трансформации легкогидролизуемой фракции.

Компостирование литостратов в оптимальных гидротермических условиях в течение 4-х недель показало существенные различия от данных, полученных при 2-недельном компостировании. На всех вариантах за 4 недели имело место увеличение аммонийного азота в 3–11 раз. Количество нитратного азота за 4 недели компостирования возросло в 4–6 раз (табл. 1, 2).

Таблица 1 – Аммонифицирующая способность литостратов (n=10), мг/100 г

Горизонт	Глубина, см	4-недельный период компостирования		
		Исходное содержание	После компостирования	Накопилось
Восточный гидроотвал				
О	0	9,1	12,5	3,4
АУ	0-10	2,5	8,8	6,3
	10-20	2,7	9,3	6,6
С	20-40	2,5	10,2	7,7
Сереженский гидроотвал				
О	0	7,2	9,4	2,2
АУ	0-10	1,9	7,2	5,3
	10-20	1,7	6,0	4,3
С	20-40	1,7	6,1	4,4
Бестранспортный отвал				
О	0	6,9	9,1	2,2
АУ	0-10	2,5	6,7	4,2
	10-20	2,4	6,9	4,5
С	20-40	2,2	7,1	4,9
Агросерая почва, хр. Арга				
О	0	6,9	8,4	1,5
АУ	0-10	1,8	4,3	2,5
	10-20	1,9	3,0	1,1
С	20-40	1,6	2,9	1,3

**Таблица 2 – Нитрифицирующая способность литостратов
(n=10), мг/100 г**

Горизонт	Глубина, см	4-недельный период компостирования		
		Исходное содержание	После компостирования	Накопилось
Восточный гидроотвал				
О	0	35,7	20,2	-15,5
АУ	0-10	2,1	12,4	10,3
	10-20	2,0	9,6	7,6
С	20-40	1,9	8,8	6,9
Сереженский гидроотвал				
О	0	13,1	30,3	17,2
АУ	0-10	1,6	8,6	7
	10-20	0,5	4,3	3,8
С	20-40	0,6	6,2	5,6
Бестранспортный отвал				
О	0	18,6	27,6	9,0
АУ	0-10	1,2	5,5	4,3
	10-20	1,9	4,8	2,9
С	20-40	1,4	7,1	5,7
Агросерая почва, хр. Арга				
О	0	20,1	18,5	-1,6
АУ	0-10	3,3	2,4	-0,9
	10-20	2,2	2,0	-0,2
С	20-40	2,5	2,2	-0,3

Культуры сосны на отвалах вскрышных пород и агросерых почвах имеют Ia и I класс бонитета. Содержание азота в хвое древостоев на отвалах вскрышных пород – 1,38–1,92, на агросерых почвах – 1,44 %, что указывает на обеспеченность древостоев минеральным азотом [3].

В заключение следует отметить:

- увеличение в почвенной подсистеме фракции легкогидролизуемого азота способствует нарастанию емкости и интенсивности биологического круговорота микробного комплекса;
- культуры сосны, созданные на отвалах вскрышных пород без нанесения гумусного слоя уже в настоящий период способны выпол-

нять средообразующие и биосферные функции (рекреационные, санитарно-гигиенические, водоохранные, почвозащитные).

Литература

1. Агрохимические методы исследования почв / под ред. А.В. Соколова. – М., 1975. – 656 с.
2. Бодикова, Н.В. Аммонифицирующая и нитрифицирующая способность инициальных почв / Н.В. Бодикова // Экологические альтернативы в сельском и лесном хозяйстве. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2014. – С. 84–93.
3. Гирс, Г.И. Аккумуляция азота, фосфора и калия лесообразующими породами России / Г.И. Гирс. – Красноярск: Ин-т леса СО РАН, 1996. – 39 с.
4. Шишов, Л.Л. Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева [и др.]. – 2-е изд., доп. и перераб. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
4. Протопопов, В.В. Леса КАТЭКа как фактор стабилизации окружающей среды / В.В. Протопопов, В.И. Зюбина, А.В. Лебедев [и др.]; отв. ред. Л.К. Позднякова. – Красноярск: ИЛИД, 1983. – 160 с.

ОСОБЕННОСТИ МОРФОГЕНЕЗА АГРОЧЕРНОЗЕМОВ В ТРАНСЭЛЮВИАЛЬНОМ ЛАНДШАФТЕ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

З.С. Жуков, И.В. Жукова

Научный руководитель – д-р биол. наук, профессор В.В. Чупрова

Красноярская лесостепь занимает пологоувалистую наклонную предгорную равнину, ограниченную с востока и юга древними горными системами (Енисейский кряж, Восточные Саяны), на севере и северо-западе открытую к Западно-Сибирской низменности. Современный рельеф Красноярской лесостепи можно назвать бугристо-склонно-западинным [10], что создает локальную неоднородность водно-теплового режима почв и приводит к большой пестроте почвенного покрова. По данным З.С. Жукова, в некоторых хозяйствах Сухобузимского района, расположенного в центральной части Крас-

ноярской лесостепи, поля с неоднородным почвенным покровом занимают до 50 % общей площади [3]. Повсеместное наличие небольших западин (шириной 15–30 м и глубиной 0,5–1 м) существенно затрудняет обработку почвы. Весеннее поспевание (подсыхание) почвы происходит неравномерно, возникают сложности в регулировке глубины вспашки и других предпосевных обработках. Все это обуславливает дифференцированный подход к использованию таких почв.

Экологизация земледелия, адаптивная его интенсификация и биологизация технологических процессов определяют новые подходы к разработке адаптивно-ландшафтной системы земледелия. Ее суть заключается в системе использования земли определенной агроэкологической группы, которая ориентирована на производство продукции экономически и экологически обусловленного количества и качества в соответствии с общественными потребностями, природными и производственными ресурсами и обеспечивает устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия [6]. Выделение агроэкологических групп земель осуществляется из элементарных ареалов агроландшафта, которые представляют собой участки на мезорельефе, ограниченные элементарной почвенной структурой при одинаковых геологических, литологических и микроклиматических условиях [5]. Одним из методических подходов для изучения сложного взаимодействия между почвенным и склоновым (а также западинными) процессами является катенарный подход [2], а типичными объектами для этого служат катены.

Объекты и методы исследования

Объектами наших исследований являются агрочерноземы, заложенные на разных позициях катены (рис. 1). Катена выбрана в агроландшафте землепользования учхоза «Миндерлинское» на 55,8° с.ш. Ее протяженность – 940 м.

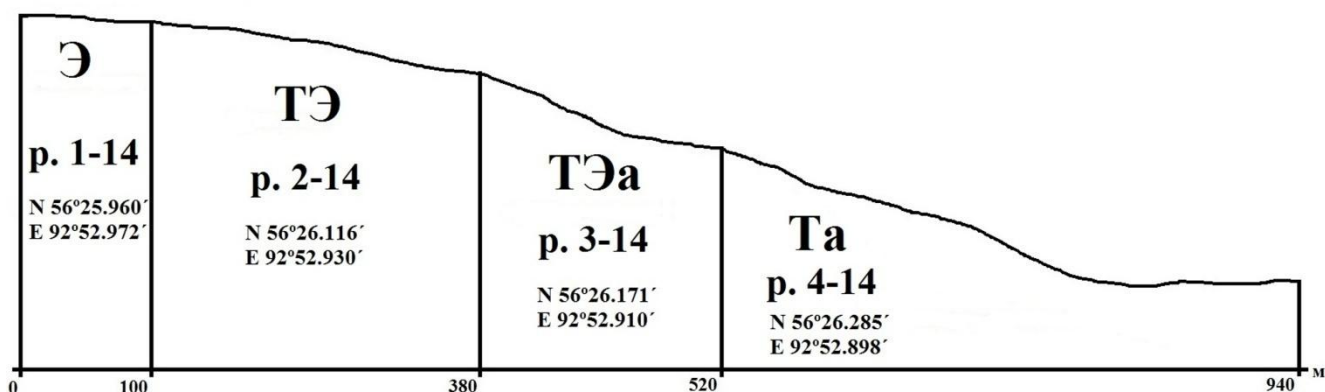


Рисунок 1 – Катена склона водораздела р. Миндерла – Бузим.

*Элементарные агроландшафты: Э – элювиальный;
ТЭ – трансэлювиальный; ТЭа – трансэлювиальный аккумулятивный;
Та – трансаккумулятивный*

Она представляет собой монолитную суглинистую катену, сформированную на склоне юго-западной экспозиции водораздельного междуречья Миндерла-Бюзим. Катена включает следующие элементарные ландшафты: элювиальный (автономный) на вершинной выровненной части склона, трансэлювиальный пологого склона, трансэлювиальный аккумулятивный в западине на нижней части склона, трансаккумулятивный на западине в шлейфе склона.

На каждом элементарном ландшафте катены были заложены почвенные разрезы, в которых выделены генетические горизонты и описаны морфологические признаки.

Результаты и обсуждения

Понятие «катена» по G. Milne трактуется как «сопряженный по рельефу ряд почв, различия между которыми связаны с различиями высотного уровня и уклона, определяющими дренаж» [11]. Русское определение катены существенно отличается от западноевропейского четкой разработкой понятий элювиального и аккумулятивного элементарных ландшафтов как характерных начального и конечного элементов катены [9]. Элювиальный ландшафт характеризуется отсутствием привноса вещества (кроме осадков), аккумулятивный – отсутствием выноса.

Катенный подход удобен для анализа экологических закономерностей и сводится к выделению в любой местности одного или нескольких модельных геоморфологических профилей, проходящих от самого высокого места территории к самому низкому. Большинство факторов меняется последовательно и плавно сверху вниз по катене. Поэтому катена служит «прибором» [8], на котором выявляются экологические возможности разных видов растений, животных, микроорганизмов, их совокупностей и экосистем в целом. Катена привлекательна и тем, что представляет собой по масштабу среднее звено структуры ландшафта, где происходит эволюция почв [4]. Перспективность изучения катен актуальна для Красноярской лесостепи, которая, как упоминалось выше, имеет неоднородный рельеф.

Территория Красноярской лесостепи представлена тремя подтипами черноземов: опродзоленные, выщелоченные и обыкновенные.

Ввиду неоднородности условий почвообразования нет строгой зональной приуроченности каждого из подтипов [10]. Однако стоит сказать, что выщелоченные и оподзоленные черноземы господствуют в лесостепной зоне, обыкновенные – в степной. Благодаря широко развитому бугристо-западинному рельефу, обыкновенные черноземы по вершинам бугров проникают в лесостепную зону.

Элювиальный (автономный) ландшафт нашей катены занят черноземом обыкновенным среднемощным (рис. 2). Профиль почвы отличается постепенным характером переходов генетических горизонтов, уплотненным сложением, комковатой и непрочной комковатой структурой, наличием мицелярных форм карбонатных новообразований с глубины 22 см, охристых пятен Fe_2O_3 в нижней части профиля.

Разрез 1-14 заложен на верхней выровненной вершине катены в элювиальном элементарном ландшафте.



A_{пах} (0-21)

Влажный, цвет – черный, структура комковато-зернистая, сложение – плотное, тонкопористый, обильное количество корней и растительных остатков, переход по цвету четкий.

AB (21-46)

Увлажненный, цвет – коричнево-бурый с узкими темно-серыми гумусовыми языками, структура – комковатая, сложение – менее плотное, большое обилие карбонатов в виде псевдомицелия, встречаются корни, корневины заполнены трухой, переход постепенный.

B₁ (46-72)

Увлажненный, цвет – желтовато-бурый, кое-где гумусовые полосы, структура – комковатая, сложение – уплотненное, обильное наличие карбонатов в виде псевдомицелия, по корневинам гумусовые пленки, переход постепенный.

B₂ (72-98)

Увлажненный, цвет – желтовато-палевый, наличие охристых пятен, структура – непрочнокомковатая, сложение – менее плотное, крупночasto-пористый, часто встречаются карбонаты в виде псевдомицелия, немного корневых растительных остатков, корневины заполнены гумусированной массой.

C (98-122)

Увлажненный, цвет – палево-желтый, много охристых пятен, структура – непрочнокомковатая с признаками плитчатости, крупночasto-пористый, небольшое количество карбонатов в виде псевдомицелия, корневины заполнены сизо-серой

пленкой, встречаются тонкие корневые остатки.

Рисунок 2 – Профиль разреза 1–14

Почвенный разрез в трансэлювиальном ландшафте (рис. 3) по строению профиля и морфологическим признакам аналогичен предыдущему разрезу, но отличается более выраженными признаками сезонного оглеения в горизонте ВС и С, что обусловлено продолжительным промерзанием и медленным оттаиванием этой части профиля.

Разрез 2-14 заложен на пологом склоне в трансэлювиальном элементарном ландшафте.



A_{пах} (0-20)

Влажный, цвет – черный, структура – мелкозернистая комковатая, сложение – уплотненное, редкотонкопористый, густо пронизан корнями, встречаются зерна кварца, встречаются корневины, переход постепенный.

AB (20-46)

Увлажненный, цвет – коричнево-бурый с гумусовыми пятнами, структура – комковатая, сложение – менее плотное, частотонкопористый, большое обилие карбонатов в виде псевдомицелия, встречаются тонкие корни, переход постепенный.

B (46-71)

Увлажненный, цвет – желтовато-бурый, местами встречаются гумусовые пятна, структура – комковато-зернистая, редкотонкопористый, большое обилие карбонатов в виде псевдомицелия, много тонких корней, единично встречаются корневины, переход постепенный.

BC (71-93)

Увлажненный, цвет – палево-желтый с обилием охристых пятен, структура – плитчатто-ореховатая, большое обилие карбонатов в виде псевдомицелия, крупнопористый, признаки оглеения, переход постепенный.

C (93-120)

Увлажненный, цвет – неоднородный (серовато-бурый с пятнами красно-бурого цвета), структура – плитчатая, крупнопористый, много карбонатов в виде псевдомицелия, встречаются корни.

Рисунок 3 – Профиль разреза 2–14

В целом для чернозема обыкновенного на нашем объекте характерны типичные морфогенетические признаки красноярского чернозема. К ним относятся: малая мощность гумусового горизонта, его языковатость (карманистость) и глееватость нижней части почвенного профиля. Они определяются, прежде всего, своеобразием гидро-термического режима региона.

Трансэлювиальный аккумулятивный ландшафт занят лугово-черноземной почвой (рис. 4), характеризующейся мощным гумусовым горизонтом (83 см), комковато-зернистой, переходящей в ореховатую, структурой, наличием признаков иллювиирования органических новообразований в средней части профиля и оглеения в нижней.

Строение профиля лугово-черноземной почвы близко к черноземам. Она имеет мощный богато гумусированный горизонт темной окраски и формируется в условиях намыва и повышенного увлажнения за счет поверхностного притока влаги и более близкого к поверхности залегания грунтовых вод [1].

Разрез 3-14 заложен в западине на нижней части склона в трансэлювиальном аккумулятивном элементарном ландшафте.



А пах (0-21)

Свежий, цвет – черный, структура – мелко-зернисто-комковатая, сложение – уплотненное, редкотонкопористый, густо пронизан корнями, встречаются зерна кварца, очень много растительных остатков и корневин, переход постепенный.

А (21-53)

Влажный, цвет – черный, структура – комковато-зернистая, сложение – менее плотное, частотонкопористый, единично зерна кварца, много живых корней, растительных остатков и корневин, переход постепенный.

AB (53-83)

Влажный, цвет – неоднородный (верхняя часть буровато-серая, нижняя буровато-коричневая), сложение – плотное (усиливается к нижней части), структура – ореховатая, частокрупнопористый, на гранях огрегатив иллювиальная пленка и оглеение, встречаются корневин, при подсыхании почва имеет сизоватый оттенок, переход заметный по цвету и плотности.

В (83-108)

Влажный, цвет – темно-бурый с сизым оттенком, структура – ореховатая, сложение – очень плотное, частокрупнопористый, на гранях огрегатив иллювиальная пленка и оглеение, кое-где охристые точки, встречаются дресва, зерна кварца и корневые волоски, местами гумусированные корневин.

BC (108-123)

Влажный, цвет – буровато-желтый, структура – ореховато-комковатая, частокрупнопористая, по граням агрегатив – оглеение, встречаются ржавые точки, корневые волоски, дресва и щебень.

Рисунок 4 – Профиль разреза 3–14

Трансаккумулятивный ландшафт представлен черноземно-луговой оподзоленной среднетощей почвой (рис. 5), профиль которой имеет отчетливые признаки иллювирувания на гранях ореховатых отдельностей и более заметные признаки оглеения в виде сизых (FeO) и ржавых (Fe₂O₃) пятен.

Разрез 4-14 заложен на западине в шлейфе склона в трансаккумулятивном элементарном ландшафте.



A_{пах} (0-21)

Свежий, цвет – черный, структура – комковато-зернистая, сложение – уплотненное, тонкопористый, встречаются корни, стерневые остатки и зерна кварца, корневины заполнены трухой, переход постепенный.

A₁ (21-49)

Свежий, цвет – черный, структура – мелкозернистая, сложение – рыхлое, многотонкопористый, много тонких корней, часто встречаются корневины, заполненные разложившимися остатками, при подсыхании появляется кремнеземистая присыпка, встречаются зерна кварца, переход постепенный.

A₁B (49-69)

Более влажный, цвет – неоднородный (темно-пепельно-серый с темно-бурыми пятнами), сложение – уплотненное, структура – комковато-зернистая, много тонких корней, встречаются зерна кварца, местами на гранях структурных отдельностей сизоватый и пепельный налет, кое-где ржавые точки, переход заметный.

B (69-93)

Влажный, цвет – желто-бурый с сизоватым оттенком, сложение – плотное, структура – ореховатая, на гранях структурных отдельностей сизоватая глянцевая пленка, кое-где гусусово-марганцевые конкреции, встречаются корни, тонкие корневины и зерна кварца, переход постепенный.

C_g (93-115)

Влажный, цвет – желтовато-коричневый с сизоватым оттенком, сложение – плотное, структура – комковато-плитчатая, крупнопористый, на гранях структурных отдельностей сизая пленка, встречаются корни и корневые волоски, ржавые пятна, появляются частицы крупного песка.

Рисунок 5 – Профиль разреза 4–14

Черноземно-луговые почвы обладают высоким потенциальным плодородием, но из-за повышенного увлажнения, как в нашем случае, и медленного прогревания, поздно становятся пригодными для обработки. Для данных почв также характерно низкое содержание подвижного фосфора и высокое – азота, что затягивает вызревание растений и вызывает их полегание [1].

В данной работе мы также приводим название почв по современной классификации [7] (см. табл.), согласно которой чернозем обыкновенный относится к типу агрочерноземов, подтипу криогенно-мицелярных. Данный подтип характеризуется наличием мицелярных форм карбонатных новообразований.

Основные принципы выделения видов остались теми же, что и в «Классификации и диагностике почв СССР», однако изменились градации. Согласно новой классификации данная почва по мощности гумусового горизонта является маломощной.

Лугово-черноземная и черноземно-луговая почвы, которые ранее выделялись как отдельные типы, согласно новой классификации, относятся к одному типу агрочерноземов глинисто-иллювиальных, подтипу гидрометаморфизованных почв.

Корреляции классификационных наименований почв на катене

Элементарные агроландшафты	Наименование	
	СССР (1977)	Россия (2004)
Элювиальный (автономный)	Чернозем обыкновенный среднемощный $A_{\text{пах}} (0-21) - AB (21-46) - B_1 (46-72) - B_2 (72-98) - C (98-122)$	Агрочернозем криогенно-мицелярный маломощный PU – AU – BCAmc – BCAG – Cca, g
Трансэлювиальный	Чернозем обыкновенный среднемощный $A_{\text{пах}} (0-20) - AB (20-46) - B (46-71) - BC (71-93) - C (93-120)$	Агрочернозем криогенно-мицелярный маломощный PU – AU – BCAmc – BCAG – Cca, g
Трансэлювиальный аккумулятивный	Лугово-черноземная мощная $A_{\text{пах}} (0-21) - A (21-53) - AB (53-83) - B (83-108) - BC (108-123)$	Агрочернозем глинисто-иллювиальный гидрометаморфизованный мощный PU – AU – AUe – BIg – Cg
Транс-аккумулятивный	Черноземно-луговая оподзоленная среднемощная $A_{\text{пах}} (0-21) - A_1 (21-49) - A_1B (49-69) - B (69-93) - Cg (93-115)$	Агрочернозем глинисто-иллювиальный гидрометаморфизованный среднемощный PU – AU – AUe – BIg – Cg

Таким образом, морфологические признаки почв отражают такие факторы почвообразования на катене, как рельеф, степень увлажнения и характер миграции воды. Интенсивность миграционных потоков почвенных растворов увеличивается от элювиальной к аккумулятивной позиции, что иллюстрируется различной мощностью гумусового горизонта. Процессы оглеения и луговости на ландшафте второй аккумулятивной позиции усиливаются по сравнению с первой.

Неодинаковые свойства почв на катене определяют агрономическую неоднородность и различное агроэкологическое состояние поля на позициях катены, что должно учитываться при разработке агротехнологий.

Литература

1. Бугаков, П.С. Агрономическая характеристика почв земледельческой зоны Красноярского края: учеб. пособие / П.С. Бугаков, В.В. Чупрова. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 1995. – 176 с.
2. Джеррард, А.Дж. Почвы и формы рельефа. Комплексное геоморфолого-почвенное исследование / А.Дж. Джеррард. – Л.: Недра, 1984. – 208 с.
3. Жуков, З.С. Почвенно-экологический индекс для оценки плодородия пахотных угодий Красноярской лесостепи (на примере ЗАО «Шилинское») / З.С. Жуков // Дegradaция почв и продовольственная безопасность России: мат-лы междунар. науч. конф. XVIII Докучаевские молодежные чтения / под. ред. Б.Ф. Апарина. – СПб.: Издательский дом С.-Петербургского государственного университета, 2015. – С. 102–103.
4. Караваева, Н.А. Заболачивание и эволюция почв / Н.А. Караваева. – М.: Наука, 1982. – 296 с.
5. Кирюшин, В.И. Классификация почв и агроэкологическая типология земель: учеб. пособие / В.И. Кирюшин. – СПб.: Лань, 2011. – 288 с.
6. Кирюшин, В.И. Методика разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур / В.И. Кирюшин. – М.: РУ ЦНИИМ, 1995. – 81 с.
7. Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов [и др.]. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
8. Мордкович, В.Г. Степные катены / В.Г. Мордкович, Н.Г. Шатохина, А.А. Титлянова. – Новосибирск: Наука, 1985. – 120 с.

9. Польшов, Б.Б. Геохимические ландшафты / Б.Б. Польшов // Избранные труды. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – С. 477–486.

10. Семина, Е.В. Черноземы Красноярской лесостепи и их провинциальные особенности / Е.В. Семина, Ю.П. Вередченко // О почвах Урала, Западной и Центральной Сибири. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – С. 170–190.

11. Milne, G.A provisional soil map of East Afrika / G. Milne. – East Afr. Arg. Res. Stat, 1936.

МЕЗОПЕДОБИОНТЫ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Миронова Н.В.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент О.П. Горлова

Почва является важнейшим экологическим фактором существования биоценозов. Физические и химические свойства почвы воздействуют на энергетический обмен в биогеоценозах и определяют интенсивность жизнедеятельности населяющих ее педобионтов.

Живые организмы – обязательный компонент почвы. Количество их в хорошо окультуренной почве может достигать нескольких млрд в 1 г, а общая масса – до 10 т/га [1]. Важным фактором почвообразования, влияющим на все свойства почвы, в том числе и ее плодородие, является почвенная мезофауна [4].

Почвенные животные используют в пищу органические остатки, которые поступают на поверхность почвы в виде опада. Выделения животных способствуют обогащению почвы зольными элементами, азотом, микроэлементами. Их жизнедеятельность способствует формированию оптимальной плотности почвы, образованию агрономически ценной структуры, повышает гумусированность почв [7].

Актуальность темы обусловлена большим значением беспозвоночных животных в формировании плодородия почв, относительно слабой изученностью этого вопроса в Красноярском крае и целом в России, высокой индикационной ценностью почвенной мезофауны.

Данное исследование является частью комплексной работы по изучению влияния удобрений на почвенные характеристики.

Исследования проводили в полевом опыте кафедры почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета на черноземе выщелоченном учебного хозяйства «Миндерлинское» по следующим вариантам опыта:

Схема внесения удобрительных композиций на основе помета и древесных опилок

Вариант	Вносимые удобрения, их дозы
Вариант 1	Контроль
Вариант 2	Помет 3 т/га
Вариант 3	Помет 3 т/га + опилки 1 т/га
Вариант 4	Помет 6 т/га +
Вариант 5	Опилки 3 т/га
Вариант 6	Опилки 3 т/га + минеральные удобрения
Вариант 7	Минеральные удобрения (мочевина) эквивалентн. бв

В качестве удобрений использовался подсушенный куриный помет с птицефабрики «Заря», опилки древесины хвойных пород. Удобрения вносились осенью 2011 г. Весной 2013 г. под посев пшеницы в качестве минерального удобрения вносили мочевину в дозе 30 кг д.в. на гектар.

Объектом исследования выступал чернозем выщелоченный учебного хозяйства «Миндерлинское».

Исследования включали отбор почвенных образцов и их последующий анализ, а также отбор педобионтов по вариантам опыта, определение их группового состава, численности, биомассы и трофической принадлежности.

Учет почвенных животных на данной территории проводился стандартным методом почвенных раскопок [2]. На каждом из вариантов опыта было заложено по 3 пробных точки отбора. Пробы на каждой точке отбирались послойно: от 0 до 10 см, от 10 до 20 см и от 20 до 30 см.

Отбор педобионтов проводился методом ручной разборки с использованием почвенных сит в середине июля и середине августа 2013 г. на поле с посевами пшеницы сорта Новосибирская-15.

Собранные животные фиксировались в смеси спирта и формалина с последующим определением биометрических параметров.

Как показали проведенные исследования группового состава почвенного населения черноземов учебного хозяйства «Миндерлин-

ское», общее разнообразие педобионтов было не велико во всех вариантах опыта. Были выявлены представители 11 таксономических групп педофауны. В варианте 3 (при внесении 3 т/га помета и 1 т/га опилок отмечается самое большое разнообразие мезофауны, в остальных же, оно в среднем одиноково – в пределах 6–7 групп.

В целом состав почвенного населения был достаточно стабилен. Во всех вариантах опыта встречались малощетинковые черви семейства энхитреид (*Enchytraeidae*), представители семейств насекомых: щелкуны (*Elateridae*) – личинки, имаго и личинки Скоробиид (*Scorobidae*), муравьи (*Formicidae*) и членистоногие отряда пауков (*Aranei*). Кроме того, встречались представители семейства жужелиц (*Corabidae*). Довольно необычно, на наш взгляд, практически полное отсутствие в составе педокомплекса выщелоченных черноземов представителей семейства дождевых червей (*Lumbricidae*).

Энхитреиды встречались повсеместно, что обусловлено широтой их экологической ниши [6]. Их участие в структуре педокомплексов колебалось от 36 до 90%. Преобладание этих олигохет над остальными группами педобионтов свидетельствует о высокой активности почвенно-биологических процессов трансформации органического вещества. Отметим, что применение опилок в сочетании с птичьим пометом и мочевиной способствует повышению количества и степени участия энхитреид в структуре педокомплексов мезофауны выщелоченного чернозема. По-видимому, это связано с оптимальными агрохимическими и агрофизическими свойствами почв этих вариантов. Доля личинок двукрылых в структуре почвенного населения составляла от 1 до 52%. Эти представители мезофауны так же были отмечены во всех вариантах. В целом численность представителей мезофауны колеблется от 432 до 2280 экз./м² (рис. 1), что согласуется с ранее полученными данными [3].

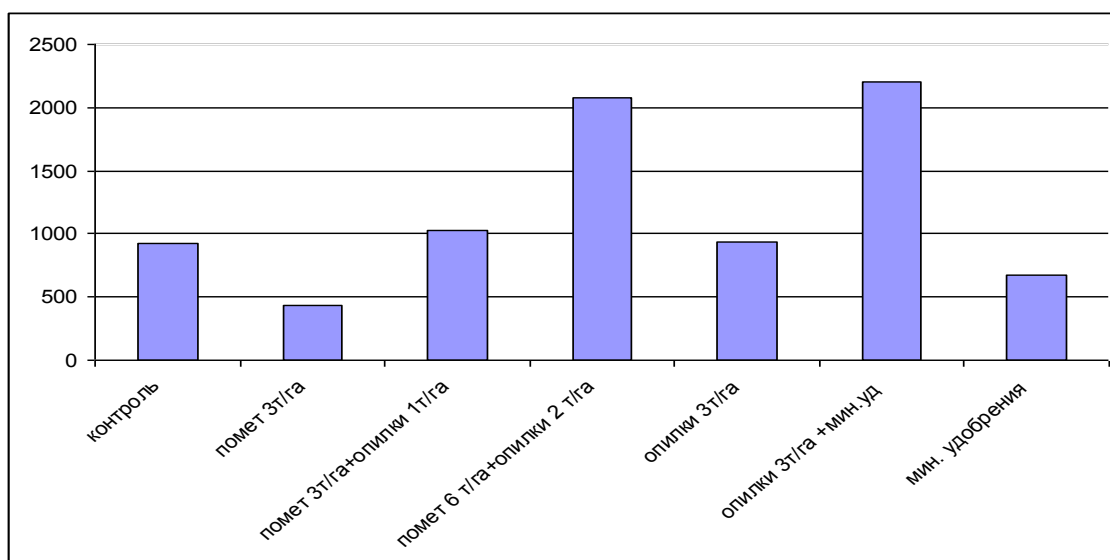


Рисунок 1 – Численность мезофауны, экз/м²

Наибольшей плотностью почвенного населения характеризуются варианты с одновременным (комплексным) применением помета и опилок, а также опилок и минеральных удобрений. Наиболее низкой численностью педобионтов отличаются варианты опыта с применением моноудобрений – помета, опилок либо мочевины. На диаграмме эти варианты показывают значения ниже контрольных или близкие к ним.

Практически во всех вариантах опыта с увеличением глубины численность биоты уменьшалась (рис. 2), за исключением двух вариантов: 6 – опилки 3т/га + минеральные удобрения и 7 – вариант с минеральными удобрениями.

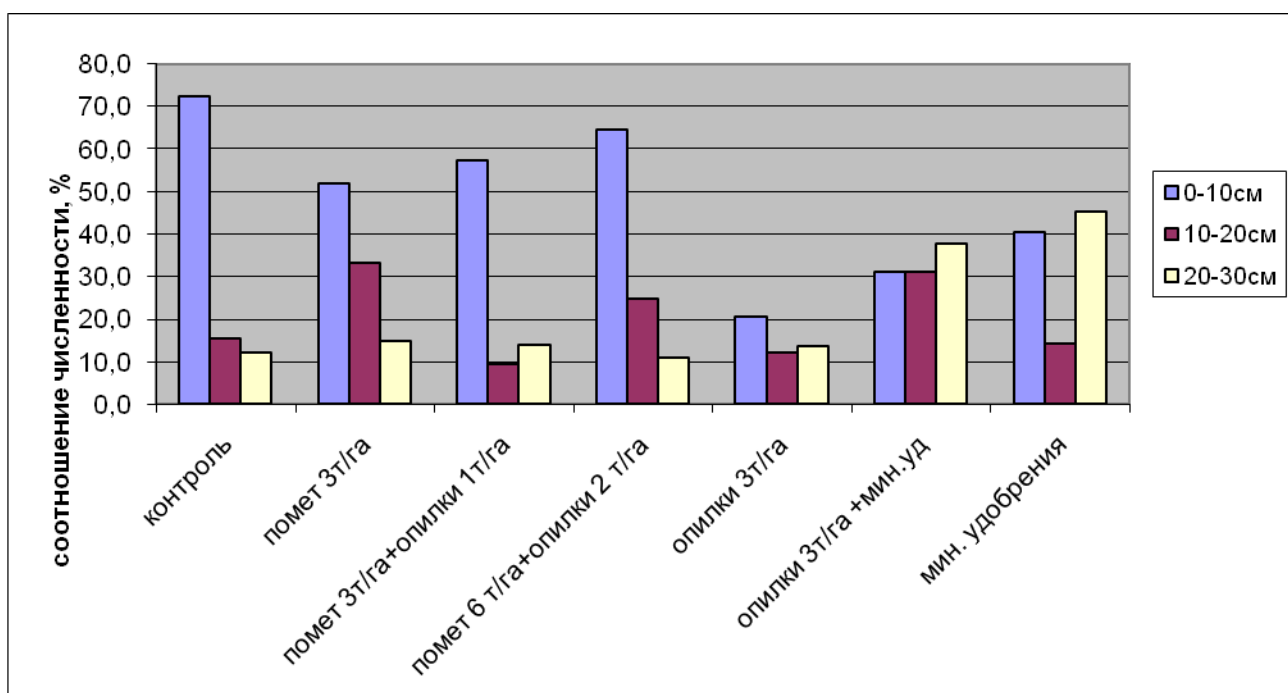
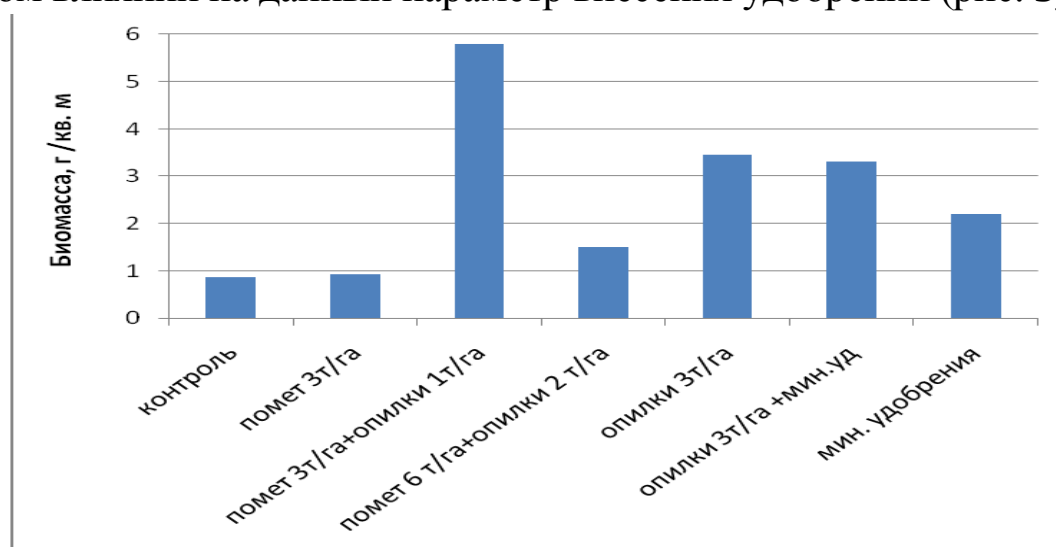


Рисунок 2 – Профильное распределение мезофауны, экз./м²

Следовательно, можно предположить, что внесение минеральных удобрений благоприятно сказывается на обитателях почв и почвенная биота распространяется по всей глубине почвенного профиля. В остальных же вариантах отмечается преобладание численности и разнообразия педобионтов в верхних горизонтах и снижение этих параметров с глубиной.

Четкой закономерности в изменениях биомассы педобионтов в вариантах опыта выявить не удалось, однако, мы можем говорить о благотворном влиянии на данный параметр внесения удобрений (рис. 3).



Наблюдается высокий показатель биомассы в вариантах с внесением: помета в дозе 3 т/га с опилками 1 т/га; опилок в дозе 3 т/га; опилок в дозе 3 т/га с минеральными удобрениями. Наименьшая биомасса отмечена для контрольного варианта и варианта с внесением помета в дозе 3 т/га и помета в дозе 6 т/га с опилками в дозе 2 т/га.

Также стоит отметить, что в варианте 4 (помет 6 т/га + опилки 2 т/га) при сравнительно низкой биомассе, численность педобионтов высокая, это объясняется тем, что основными представителями мезофауны в этом варианте являются мелкие до 5–7 мм длиной энхитреиды. Их численность составляла чуть меньше 1,5 тыс. на кв. м, при том, что биомасса этих представителей была ничтожна и в сумме не превысила даже 1 г/м².

В варианте 3 (3 т/га + опилки 1 т/га) мы наблюдаем противоположный результат, т. е. биомасса высокая, а численность педобионтов сравнительно низкая. Внесение чистого помета неблагоприятно сказывается на почвенной биоте за счет подщелачивания раствора, что согласуется с результатами других авторов [5].

При анализе состава почвенной биоты было выявлено небольшое таксономическое разнообразие, отмечено положительное влияние внесения удобрений на численность и биомассу мезобиоты. Показано, что в вариантах с внесением минеральных удобрений профильное распределение более равномерно. Основная масса почвенной биоты сосредоточена в верхнем 10-сантиметровом слое. В большинстве вариантов в структуре почвенного населения преобладали энхитреиды, которые являются сапрофагами, питающимися мертвыми органическими веществами. Они благотворно влияют на содержание гумуса, мощность органогенного горизонта и структуру почвы.

Литература

1. Гельцер, Ю.Г. Биологическая диагностика почв / Ю.Г. Гельцер. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 82 с.
2. Гиляров, М.С. Учет крупных беспозвоночных (мезофауна) / М.С. Гиляров // Количественные методы в почвенной зоологии. – М.: 1987. – С. 9–26.
3. Горлова, О.П. Изменение состава мезофауны чернозема выщелоченного при использовании нетрадиционных органических удобрений / О.П. Горлова // 21 век: фундаментальная наука и технологии: мат-лы III междунар. науч.-практ. конф. (23–24 января 2014 г.). – М.: North Charleston, SC, USA, 2014. – Vol. 3. – С. 98–101.

4. Егорова, Р.А Влияние компостов на содержание и запасы органического вещества в почве / Р.А. Егорова, В.А. Ревенский // Плодородие. – 2013. – № 5. – С. 17–18.

5. Никифорова, Ю.Ю. Влияние сложного компоста на динамику почвенной фауны и свойства чернозема обыкновенного в агроландшафте: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ю.Ю. Никифорова. – М., 2013.

6. Стриганова, Б.Р. Почвенная зоология – наука XX века / Б.Р. Стриганова. – М: Янус-К, 1999. – 154 с.

7. Отношение углерода к азоту в гумусе [Электронный ресурс]. URL: <http://fordgood.ru/gumus/2083-otnoshenie-ugleroda-k-azotu-v-gumuse-chast-2.html>.

СООБЩЕСТВА РАКОВИННЫХ АМЕБ В ЛИСТВЕННИЧНИКЕ ЗЕЛЕНОМОШНОМ НА ПРАВОБЕРЕЖЬЕ р. КОЧЕЧУМ (ЭВЕНКИЯ)

А.С. Веренич

Научный руководитель – канд. геогр. наук, доцент А.В. Гренадерова

Раковинные амёбы – одноклеточные организмы, широко распространенные по всему земному шару, являются элементом нанофауны почв и занимают важное место в трофических цепях в составе почвенной биоты, способствуя деструкции целлюлозы. Структура сообществ корненожек чутко реагирует на изменение уровня увлажнения субстрата, кислотность, содержание органического вещества, что позволяет использовать раковинные амёбы в биоиндикации. Благодаря хорошей сохранности раковин в торфяных отложениях возможно использование раковинных амёб для палеореконструкции климатических изменений и оценки современного состояния среды.

В пределах нашей страны работы по изучению раковинных амёб проводились в основном на севере и северо-западе европейской части России, есть данные по Якутия, Западной Сибири [1, 2, 4, 5]. Специфика сообществ раковинных амёб в болотах Красноярского края до последнего времени остается неизученной.

Цель работы: изучение видового состава и структуры сообществ раковинных амёб в лиственничниках кустарничково-зеленомошных в бассейне р. Нижней Тунгуски (Эвенкия).

Объектом исследования являются раковинные амебы, отобранные из мохово-лишайникового яруса и подстилки в лиственничнике зеленомошном на правом берегу р. Кочечум (Эвенкийский муниципальный район, северная тайга, зона сплошного распространения мерзлоты 64° с.ш. 100° в.д.). Пробы отобраны на склоне северной экспозиции, почвы здесь представлены подбурами среднесуглинистыми, мощность сезонно-талого горизонта почвы составляет 40 см (рис. 1).

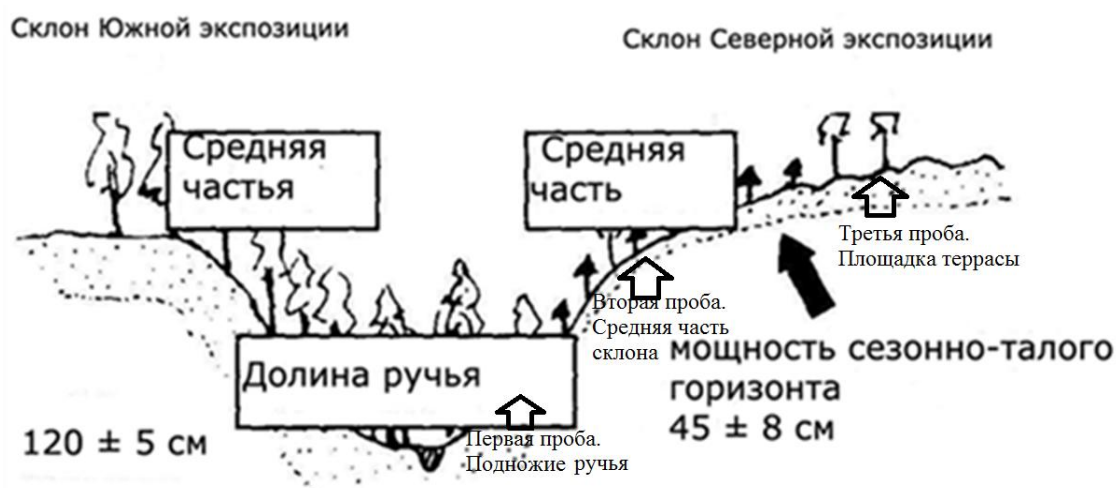


Рисунок 1 – Месторасположение точки отбора (верхняя часть склона северной экспозиции в долине р. Кочечум)

Моховой ярус образован лесными мхами: *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, реже *Polytrichum commune*. Кустарничковый покров представлен, главным образом, *Ledum decumbens*, *Vaccinium uliginosum*, *V.vitis-idaea*. Мощность мохово-лишайникового яруса и подстилки варьирует от 7 до 15–25 см.

Отбор поверхностных проб выполнен по стандартной методике у подножия, в средней части склона и на площадке. Исследуемые площади отличаются по степени увлажненности, растительному покрову. Образцы проанализированы с помощью ризоподного метода, который заключается в количественном учете и качественном анализе экологических свойств сообществ тестаций, и установлении видового разнообразия раковинных амеб. Подсчет раковинных амеб проводился в водных суспензиях с использованием микроскопа «Микромед 2» при увеличении $\times 160$. Идентификация видов осуществлялась при помощи специальных атласов определителей [3, 6]. В каждой пробе просчитывали 300 экземпляров. Полученные величины численности пересчитывали на 1 г абсолютно сухого суб-

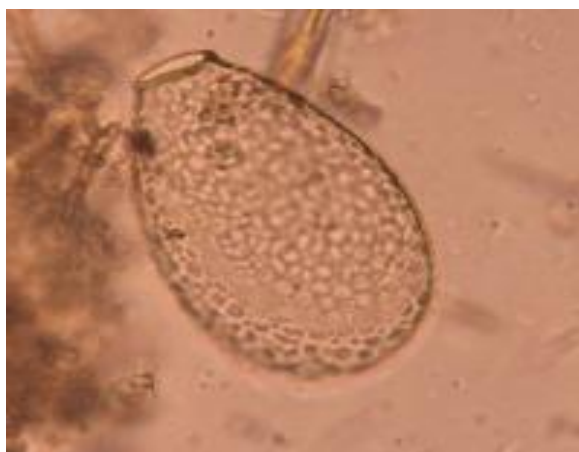
страта. Проверка правильности определения видов проведена профессором МГУ им. М.В. Ломоносова доктором биологических наук А.А. Бобровым.

В исследованных биотопах нами обнаружено 18 видов раковинных амёб (табл. 1).

Таблица 1 – Видовое разнообразие раковинных амёб на склоне северной экспозиции р. Кочечум

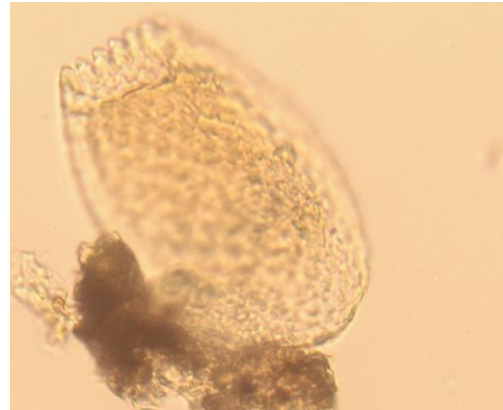
Вид	Количество амёб в 1 г сухого вещества, шт.,%		
	Подощва склона	Склон	Поверхность
<i>Assulina muscorum</i>	29,95(7,67)	20,84(5,33)	54,70(14,00)
<i>Assulina seminulum</i>	33,86(8,67)	26,05(6,67)	44,28(11,33)
<i>Corythion dubium minima</i>	20,84(5,33)	15,63(4,00)	20,84(5,33)
<i>Corythion dubium Taranek</i>	22,14(5,67)	13,02(3,33)	27,35(7,00)
<i>Euglypha ciliata</i>	2,60(0,67)	2,60(0,67)	3,91(1,00)
<i>Euglypha simplex</i>	0,00(0,00)	0,00(0,00)	19,52(5,00)
<i>Hyalosphenia elegans</i>	1,30(0,33)	0,00(0,00)	2,60(0,67)
<i>Hyalosphenia papilio</i>	6,51(1,67)	3,91(1,00)	5,21(1,33)
<i>Nebela bohémica</i>	9,12(2,33)	1,30(0,33)	3,91(1,00)
<i>Nebela dentistoma</i>	0,00(0,00)	1,30(0,33)	2,60(0,67)
<i>Nebela galeata</i>	16,93(4,33)	13,02(3,33)	31,26(8,00)
<i>Nebela militaris</i>	2,60(0,67)	2,60(0,67)	5,21(1,33)
<i>Nebela parvula</i>	118,51(30,33)	108,09(27,67)	40,37(10,33)
<i>Nebela tinctoria</i>	91,16(23,33)	109,39(28,00)	59,91(15,33)
<i>Placocista glabra</i>	2,60(0,67)	15,63(4,00)	29,95(7,67)
<i>Trinema lineare truncation</i>	2,60(0,67)	5,21(1,33)	2,60(0,67)
<i>Trinema lineare Penard</i>	24,74(6,33)	19,53(5,00)	13,02(3,33)
<i>Trinema penardi</i>	5,51(1,33)	32,56(8,33)	23,44(6,00)
<i>Итого</i>	357,11	390,67	347,7

Во всех исследованных точках численно преобладают представители рода *Assulina* и *Nebela*, доминирующее положение в сообществе занимают виды – *Nebela tinctoria* (23, 33%), *Nebela parvula* (30, 33%) (рис. 2).





Placocista glabra



Euglypha simplex

Рисунок 2 – Фото раковинных амёб сделано при помощи насадки Canon микроскопа для морфологических исследований «Микромед-2» при увеличении в 160 раз

Содоминантами являются *Trinema lineare*, *Trinema penardi* и *Corythion dubium*. Зафиксировано участие редких видов *Placocista glabra*, *Euglypha simplex*.

Установлено, что у подножья склона биотоп характеризуется более увлажненными условиями, а сообщество отличается более высоким содержанием представителей рода *Assulina*, *Corythion dubium*, *Placocista glabra*. Наряду с гидрофильными отмечено участие ксерофильных видов амёб (*Hyalosphenia papilio*, *Hyalosphenia elegans*, *Nebela tincta*, *Nebela militaris*). Такой состав сообщества свидетельствует о том, что его формирование происходит при стабильном среднем уровне увлажнения, но с высокой амплитудой сезонных колебаний влажности.

В средней части склона, наряду с аналогичными для всех точек доминантами и содоминантами, отмечено максимальное участие ксерофильного вида *Nebela tincta* (до 28%) и гидрофильного *Trinema penardi* (до 8%), что может быть обусловлено резко переменным режимом увлажнения в разные периоды вегетационного сезона. При таких условиях в равной степени могут развиваться то гидрофилы, то ксерофилы. Вероятно, положение на склоне обеспечивает большой сток поверхностных вод и обсыхание поверхности в летний период.

Только на верхнем участке отмечен *Euglypha simplex* (до 5%) – вид амёб требователен к влаге и обитает в затененных участках.

Таким образом, впервые для территории средней тайги Красноярского края описано видовое разнообразие раковинных амёб. Проведенное исследование позволило выявить сложноорганизованное сообщество раковинных амёб, формирующееся в пределах подстилки лиственничника зеленомошного в долине р. Кочечум.

Литература

1. Бобров, А.А. Раковинные амёбы и закономерности их распределения в почвах / А.А. Бобров // Почвоведение. – 2005. – №9. – С. 1130–1137.
2. Бобров, А.А. Экология раковинных амёб олиготрофных болот (особенности экологии политипических и полиморфных видов) / А.А. Бобров, Д. Чармен, Б. Уорнер // Известия АН. Сер. биол. – 2002. – №6. – С. 738–751.
3. Гельцер, Ю.Г., Корганова Г.А., Алексеев Д.А. Почвенные раковинные амёбы и методы их изучения / Ю.Г. Гельцер, Г.А. Корганова, Д.А. Алексеев. – М.: Изд-во Московского университета, 1985. – 80 с.
4. Курьина, И.В. Раковинные амёбы олиготрофных болот Западной Сибири: дис. ... канд. биол. наук / И.В. Курьина. – Томск, 2012. – 198 с.
5. Мазей, Ю.А. Структура сообщества раковинных амёб в заболоченных биотопах южной тайги Европейской части России / Мазей, Ю.А., А.Н. Цыганов, О.А. Бубнова // Успехи современной биологии. – 2009. – Т. 129. – № 1. – С. 67–77.
6. Мазей, Ю.А. Пресноводные раковинные амёбы / Ю.А. Мазей, А.Н. Цыганов. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 300 с.

ТРАНСФОРМАЦИЯ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ ПОЧВ ПОД ВЛИЯНИЕМ БИОДЕНДРОГРУПП ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ШИРИНСКОЙ СТЕПИ

О.Л. Макеева

Научный руководитель – д-р биол. наук, профессор О.А. Сорокина

Важнейшее значение в борьбе с деградацией и опустыниванием земель имеет восстановление или разведение древесной и кустарниковой растительности различных видов в тех условиях, которые отвечают их требованиям. В то же время огромная экологическая роль связана с поиском путей адаптации различных видов древесных и кустарниковых растений к почвенным условиям, не отвечающим или недостаточно отвечающим их требованиям [2, 4]. Значение таких насаждений в степной зоне Хакасии огромное. Это связано с тем, что подобные ландшафты требуют особой охраны и рационального природопользования.

В зависимости от функций искусственных насаждений в ландшафте оценка лесорастительных свойств почв должна быть различной. Для безлесных регионов, в том числе и для Хакасии, эта оценка проводится исключительно по свойствам почв, в координации с их составом, динамикой и продуктивностью. Критерием здесь выступают выживаемость и долговечность кустарниковых и древесных видов растений, а также трансформация плодородия почв под ними в сравнении с безлесными участками, целинной степи либо распаханых деградированных массивов пашни. При этом разные виды растений могут оказывать специфическое воздействие на почвообразовательные процессы и свойства почв. Это воздействие, как правило, является почвоулучшающим. Мониторинг плодородия почв этих уникальных модельных антропогенных экосистем является приоритетной задачей для создания устойчивого ландшафтно-системного обустройства данной зоны [8].

Кроме того, большое значение имеет эстетическая и общеэкологическая роль искусственных насаждений в оздоровлении окружающей среды. Защитное лесоразведение в степных районах Сибири является неотъемлемой частью комплекса мероприятий по борьбе с засухой, дефляцией и водной эрозией [7].

Основу во взаимодействии древесной и кустарниковой растительности с почвами составляет обмен веществ и энергии между ними. Этот постоянный обмен обусловлен сезонностью процессов образования органического вещества, потребления растениями зольных элементов из почвы и возвращения ими большей части последних вместе с отмирающими частями органической массы. При этом каждому биоценозу свойственны специфические особенности обмена. Познавание этих явлений и особенностей взаимовлияния естественного

леса, искусственных лесных насаждений и почвы актуально не только как важнейший вопрос теории, но и практики. С ним связаны методы оценки и учета почв под лесом, возможность биологической мелиорации, оценка значения для плодородия почв экзогенных смен растительности и другие проблемы [3, 6].

Ширинский район, на территории которого проводились наши исследования, расположен в северной части Республики Хакасия. Современный растительный покров степей Хакасии, значительно видоизмененный деятельностью человека, сохранил в себе основные черты коренной структуры. При прекращении действия активной нагрузки он восстанавливается до своего естественного состояния или близкого к нему. Подтверждением этому служат исследования по восстановлению залежей и деградированных степных пастбищ в условиях заповедного режима [1].

На Ширинской опытно-экспериментальной базе Института леса СО РАН уже много лет проводятся комплексные исследования по изучению устойчивости долголетних лесных насаждений различного видового состава. Эти исследования включают раздел по оценке агроэкологической роли искусственных лесных насаждений в формировании и развитии почв прибрежной зоны оз. Ши́ра, расположенного в субгумидной зоне полузасушливых степей Хакасии [5]. Эта часть Хакасии относится к зоне сильного и среднего проявления дефляции.

В 1975–1978 гг. при участии сотрудников Института леса им. В.Н.Сукачева СО РАН на эрозионно опасных землях Ширинского района были созданы экспериментальные биодендрогруппы искусственных насаждений и лесные посадки по специальной технологии. В настоящее время эти насаждения достигли 30–35-летнего возраста и за этот срок произрастания привели к сукцессиям напочвенного покрова, микробиоты и к изменению режима функционирования почв.

Целью создания искусственных лесных насаждений в прибрежной зоне оз. Ши́ра являлось формирование каркасной основы агроландшафта, а также использование их как стабилизирующего компонента.

Цель наших исследований – дать оценку некоторых показателей плодородия почв под искусственными насаждениями десяти биодендрогрупп в сравнении с участком естественного фитоценоза в Ширинской степи. В результате впервые будет дана оценка агроэкологической роли биодендрогрупп искусственных насаждений и установлено изменение комплекса свойств почв под их воздействием в

Ширинской степи. На основании этих исследований возможно сделать выводы о более широкой интродукции различных видов деревьев и кустарников для благоустройства и озеленения в засушливых условиях зоны исследования.

Объектами являются биодендрогруппы, которые представляют из себя ландшафтные зеленые формы, преимущественно округлых очертаний. Их площадь определяется и зависит от количества эдификаторных и соподчиненных видов растений, ширины кроны и междокровного пространства. Эдификаторные виды представлены древесными растениями (сосна обыкновенная, лиственница сибирская, береза обыкновенная, осина, вяз приземистый, черемуха виргинская, яблоня сибирская, тополь серебристый). Они образуют ядро консорции и определяют, в основном, условия местообитания кустарниковых видов растений (жимолость татарская, смородина двуиглая, барбарис, шиповник, карагана и др.), а также особенности межвидовых взаимоотношений. Большое значение имеет мощность корневой системы, глубина ее проникновения, количество сосущих корней и состояние ризосферы (микро и мезобиоты). Это сказывается на биологическом круговороте биогенных элементов и формировании свойств почв. Для исследований были подобраны следующие десять биодендрогрупп (БДГ):

1. Вяз, яблоня сибирская, барбарис, смородина двуиглая.
2. Вяз, сирень, клен, боярышник, крушина (жостер).
3. Барбарис, шиповник, яблоня, сирень, осина.
4. Осина, сирень, шиповник, таволга (спирея).
5. Облепиха, жимолость татарская, вяз, осина.
6. Черемуха виргинская, яблоня, жимолость татарская.
7. Сирень, рябина, береза, карагана (акация).
8. Сосна, черемуха виргинская, ива красная.
9. Боярышник, лиственница сибирская, сирень.
10. Тополь, яблоня, жимолость татарская.

Участок № 11 был взят для контроля. Он является естественным фитоценозом Ширинской степи и расположен в непосредственной близости от основных объектов.

В сентябре 2014 г. были отобраны смешанные почвенные образцы из слоя 0–20 см под указанными биодендрогруппами искусственных насаждений на научной базе Института леса СО РАН в Ширинском районе. В образцах почвы определили содержание общей влаги весовым методом. Были определены следующие агрохимиче-

ские показатели: содержание гумуса по Тюрину, рНводн – ионометрически, сумма обменных оснований по Каппену-Гильковицу, нитратный азот дисульфифеноловым методом в модификации Шаркова, аммонийный азот с реактивом Несслера, подвижный фосфор и обменный калий по Чирикову.

Максимальное содержание общей влаги отмечено в искусственных насаждениях биодендрогрупп 4, 6, 7, включающих эдификаторные древесные виды, дающие более мощную подстилку (осина, черемуха, береза), а также наиболее затеняющие поверхность почвы, что препятствует испарению влаги (табл. 1).

Таблица 1 – Влажность почв в биодендрогруппах искусственных насаждений, слой 0–20 см

Номер БДГ	Растение	Содержание влаги, %
1	Вяз, яблоня сибирская, барбарис, смородина двуиглая	15,2
2	Вяз, сирень, клен, боярышник, крушина (жостер)	17,9
3	Барбарис, шиповник, яблоня, сирень, осина	15,7
4	Осина, сирень, шиповник, таволга (спирея)	19,6
5	Облепиха, жимолость татарская, вяз, осина	15,2
6	Черемуха виргинская, яблоня, жимолость татарская	23,5
7	Сирень, рябина, береза, карагана	22,0
8	Сосна, черемуха виргинская, ива красная	14,4
9	Боярышник, лиственница сибирская, сирень	18,2
10	Тополь, яблоня, жимолость татарская	14,4
11	Участок естественного фитоценоза степи	11,1

Самым высоким содержанием гумуса, превышающим 8%, характеризуются участки 2, 4, 5, 6 с более широким участием в составе биодендрогрупп кустарниковых видов с раскидистой кроной, хорошо облиственных, обладающих поверхностной корневой системой с большим количеством сосущих корней и развитой сетью ризосферы (табл. 2).

Подкисление почвы по величине рНводн установлено на участках 8 и 9, что может быть обусловлено произрастанием на них хвойных растений (сосна, лиственница сибирская), дающих более кислый опад. На участках этих же биодендрогрупп, а также под совместными насаждениями тополя, яблони сибирской и жимолости зафиксированы минимальные значения суммы обменных оснований.

**Таблица 2 – Агрохимическая характеристика почв
в биодендрогруппах, слой 0–20 см**

Номер БДГ	Растение	Гумус, %	рНводн	S, ммоль/100 г	N-NO ₃ ,	N-NH ₄ ,	P ₂ O ₅ ,	K ₂ O,
					мг/кг почвы			
1	Вяз, яблоня сибирская, барбарис, смородина двуиглая	4,6	8,1	50,6	19,5	4,5	16,0	501
2	Вяз, сирень, клен, боярышник, крушина	9,1	8,1	50,6	21,0	10,5	49,5	808
3	Барбарис, шиповник, яблоня, жимолость татарская	8,6	8,1	50,7	19,0	8,5	33,8	707
4	Осина, сирень, шиповник, таволга	12,6	8,1	50,5	40,4	18,5	37,0	199 7
5	Облепиха, жимолость татарская, вяз, осина	14,2	8,0	50,6	21,0	15,5	21,5	101 9
6	Черемуха виргинская, яблоня, жимолость татарская	9,7	8,1	50,4	21,2	10,0	27,8	895
7	Сирень, рябина, береза, кара-гана	6,8	8,1	50,5	11,8	8,5	42,5	823
8	Сосна, черемуха вир- гинская, ива красная	8,0	7,4	43,5	23,0	22,5	26,6	875
9	Боярышник, лиственни- ца сибирская, сирень	7,6	7,7	33,0	19,5	7,3	25,6	827
10	Тополь, яблоня, жимо- лость татарская	5,4	8,1	41,2	14,0	7,5	30,0	778
11	Участок естественного фитоценоза степи	6,3	7,9	47,6	21,2	12,5	16,8	582

Максимальное содержание всех элементов питания обнаружено под насаждениями участка 4, что согласуется здесь с высоким содержанием гумуса и обменных оснований.

Таким образом, по комплексу агрохимических показателей, указывающих на биогенную аккумуляцию веществ в верхнем слое почв объектов исследования, наиболее выделяются биодендрогруппы 2, 4 и 5, содержащие в своем составе больше кустарниковых видов растений. На участке рядом расположенного естественного степного фитоценоза в сравнении с искусственными древесно-кустарниковыми насаждениями по ряду показателей не отмечается оптимизация агрохимических свойств почвы. Работы в данном направлении продолжаются.

Литература

1. Кандалова, Г.Т. О трансформации и управлении динамикой степной растительности Хакасии / Г.Т. Кандалова // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий: мат-лы междунар. научн. школ. конф. студентов и молодых ученых (24–27 ноября 2004, г. Абакан). – Абакан: Изд-во ХГУ, 2004. – С. 3–6.
2. Кириенко, Н.В. Перспективы защитного лесоразведения в России / Н.В. Кириенко. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2008. – С. 67–69.
3. Кирюшин, В.И. Экологическая устойчивость агроландшафтов и почв: определения и классификация / В.И. Кирюшин // Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям: тезисы докладов Всерос. конф. – М., 2002. – С. 6–7.
4. Кулик, К.Н. Опустынивание земель и защитное лесоразведение в Российской Федерации / К.Н. Кулик // Опустынивание земель и борьба с ним: мат-лы междунар. науч. конф. (16–19 мая 2006 г.)–Абакан, 2007. – С. 25–29.
5. Лобанов, А.И. Роль защитных лесных насаждений Ширинской степи (Хакасии) в предотвращении опустынивания / А.И. Лобанов, Г.С. Вараксин, В.К. Савостьянов // Опустынивание земель и борьба с ним: мат-лы междунар. научн. конф. (16–19 мая 2006 г.). – Абакан, 2007. – С. 87–94.
6. Неуструева, М.В. Оценка экологического состояния природно-территориальных комплексов (ПТК): мониторинг, оценка качества компонентов окружающей среды / М.В. Неуструева. – Красноярск, 2005. – 317 с.
7. Попов, В.П. Продуктивность пахотных угодий в системе лесопле / В.П. Попов, О.С. Попова // Роль науки в развитии сельского хозяйства Приенисейской Сибири: мат-лы науч.-практ. конф., посвященной 100-летию аграрного освоения Енисейской губернии. – Красноярск, 2008. – С. 42–45.
8. Сорокина, Н.Н. Лесные полосы и насаждения как элемент экологической стабилизации агроландшафтов / Н.Н. Сорокина // Проблемы развития АПК Саяно-Алтая: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. (14 декабря 2012 г.). – Ч. 2. – Абакан: Хакасское кн. изд-во, 2012. – С. 202–204.

ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ИНДЕКС ПОЧВ ЗАО «МАЯК» В КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Юркин Э.В.

Научный руководитель – д-р биол. наук, профессор В.В. Чупрова

Проблема оценки почв и земель всегда являлась актуальной. Современное земледелие ориентировано на внедрение адаптивно-ландшафтных систем. Их внедрение требует обязательного и точного учета почвенно-экологических особенностей конкретного поля, угодья. Среди них выделяется такой фактор, как неоднородность почвенного покрова на конкретном поле или угодье. Плодородие поля или угодья обязательно будет лимитироваться участием компонентов в структуре почвенного покрова с негативными агрономическими свойствами [4].

Для оценки почвенно-экологического состояния поля предлагается использовать почвенно-экологический индекс (ПЭИ), методику определения которого разработал И.И. Карманов [1]. По этой методике оценка может быть сделана как для крупных административных районов с использованием среднестатистических показателей из справочников без проведения исследований, так и для каждого конкретного поля по результатам почвенно-агрохимического исследования. Эта методика дает надежные результаты по определению почвенно-экологических показателей и баллов бонитета почв не только различных сельскохозяйственных угодий, но и по отношению однолетних и многолетних культур, пастбищ, сенокосов. Она позволяет получать сопоставимые результаты для отдельных участков или хозяйств, а также по отдельным регионам в целом.

Методика полифункциональна, так как может применяться в различных областях, особенно в земледелии, где необходимо учитывать плодородие почв при внедрении технологий возделывания сельскохозяйственных культур различного уровня интенсификации. Технология выполнения работ по данной методике включает три раздела: подготовку почвенно-агрохимических и агроклиматических данных по обследуемому участку или хозяйству; расчет почвенно-экологических индексов; бонитировку почв в отношении сельскохозяйственных культур.

В настоящее время интенсивное использование почв обостряет проблему их плодородия. Поэтому задача оценки состояния почвы и выявления характеристик, которые ограничивают получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур, представляется важной и актуальной [2, 3]

Цель настоящего сообщения заключается в оценке плодородия пахотных угодий конкретного хозяйства с неоднородным почвенным покровом на основе почвенно-экологического индекса.

Объектами исследования являются пахотные угодья с неоднородным почвенным покровом на территории землепользования ЗАО «Маяк» Сухобузимского района в Красноярской лесостепи. ЗАО «Маяк» находится в северо-восточной части Сухобузимского района. В структуре валовой продукции сельского хозяйства на долю животноводства приходится 70%, на долю растениеводства – 30%. Землепользование имеет площадь 15703,4 га угодий. Общая посевная площадь составляет 57,3 тыс.га, в том числе пашни – 48,7 тыс.га.

Западинно-бугристый и пологоувалистый рельеф территории обуславливает сложную структуру почвенного покрова. Доминируют черноземы выщелоченные и обыкновенные, серые лесные и лугово-черноземные почвы. Однако на каждом поле отмечается варьирование почв по мощности гумусового горизонта, содержанию гумуса и глубине распространения карбонатов. Такая пространственная неоднородность почвенного покрова связана с характером мезорельефа на полевом участке.

Методы исследования. Для почвенно-экологической оценки почв использовался метод И.И. Карманова. Для определения ПЭИ полей ЗАО «Маяк» использовали электронную карту агрохимического мониторинга, в базе данных которой находятся все необходимые для расчета данные (наименование почвы, гранулометрический состав, содержание гумуса, pH, K_2O , P_2O_5). Климатические показатели выписаны из метеорологических справочников.

Формула расчета ПЭИ состоит из трех сегментов (составляющих), соответствующих расчету почвенных, климатических и агрохимических свойств, которые отражают суммарное влияние почвенно-экологических условий на продуктивность почв.

При расчете ПЭИ за 100 баллов принят почвенно-экологический индекс для черноземов Краснодарского края ($V=1,2$; $\Pi=1$; сумма положительных температур выше $10^{\circ}C = 3500$; $KY=0,8$; $KK=162$).

Результаты и обсуждение. Поскольку землепользование находится в одинаковых климатических условиях, то для всей территории хозяйства коэффициент континентальности климата равен 238. Согласно методике, это значение принимается равным 200 (табл. 1).

Таблица 1 – Климатическая составляющая ПЭИ

Хозяйство, координаты	Осадки, мм за год	K_y	K_k	ПЭИ _к
Маяк 56,45	350	0,78	200	3,76

Климат региона резко континентальный, осадков выпадает около 350 мм в год, что определяет низкие запасы продуктивной влаги в почве. Это же, в свою очередь, является одним из лимитирующих факторов плодородия и биологической продуктивности почв.

Климатическая составляющая почвенно-экологического индекса равна 3,76 и характеризует агроклимат лесостепной зоны Красноярского края. Для сравнения отметим, что климатическая составляющая ПЭИ в районах европейской части РФ достигает 6–8 и свидетельствует о более благоприятном агроклимате, чем в сибирском регионе. Поскольку землепользование хозяйства «Маяк» находится в одинаковых климатических условиях, то продуктивность отдельных полей будет определяться различиями в агрохимических и почвенных характеристиках.

Итоговый агрохимический показатель является общим для всего хозяйства (табл. 2). В данном случае мы обработали данные по 10 полям. Агрохимическая составляющая ПЭИ определялась вначале для каждого поля от всей площади землепользования, а затем рассчитывались коэффициенты по Кирсанову для K_2O , P_2O_5 и pH.

Таблица 2 – Агрохимическая составляющая ПЭИ

Хозяйство	$K_{P_2O_5}$	K_{K_2O}	K_{pH}	ПЭИ _а
Маяк	1,05	1,03	0,99	1,08

Содержание P_2O_5 в почвах полей хозяйства варьирует от 9,61 до 31,38 мг/100 г. Самые высокие показатели фосфора в 4-м (21,38 мг/100 г) и 7-м (20,87 мг/100 г) полях. В среднем для всех полей содержание подвижного фосфора оценивается как повышенное.

Количество обменного калия изменяется от 8,32 до 14,5 мг/100 г. Самое высокое содержание K_2O отмечается в 10-м поле (14,5 мг/100 г). В среднем для всех полей содержание K_2O оценивается как среднее.

Почвы на всех полях хозяйства имеют слабокислую реакцию среды.

Средневзвешенное содержание гумуса в почвах хозяйства достигает 5%. Однако, отмечается незначительное варьирование содержания гумуса в почвенном покрове разных полей. Например, в почвах поля №7 содержится 6,6 % гумуса, а в почвах поля №11 оно увеличивается только до 6,8%. Величина почвенной составляющей ПЭИ на разных полях изменяется от 11 до 7 баллов (табл. 3). Как правило, поля, характеризующиеся более высоким содержанием гумуса, отличаются и повышенным значением почвенной составляющей ПЭИ. Поэтому можно предположить, что содержание гумуса и мощность гумусового горизонта являются факторами, ограничивающими высокую урожайность сельскохозяйственных культур. Тяжелый гранулометрический состав почв, характерный для полей хозяйства, также лимитирует плодородие этих почв.

Таблица 3 – Почвенная составляющая ПЭИ

Номер поля	V, г/см ³	П	Дс	ПЭИп
------------	----------------------	---	----	------

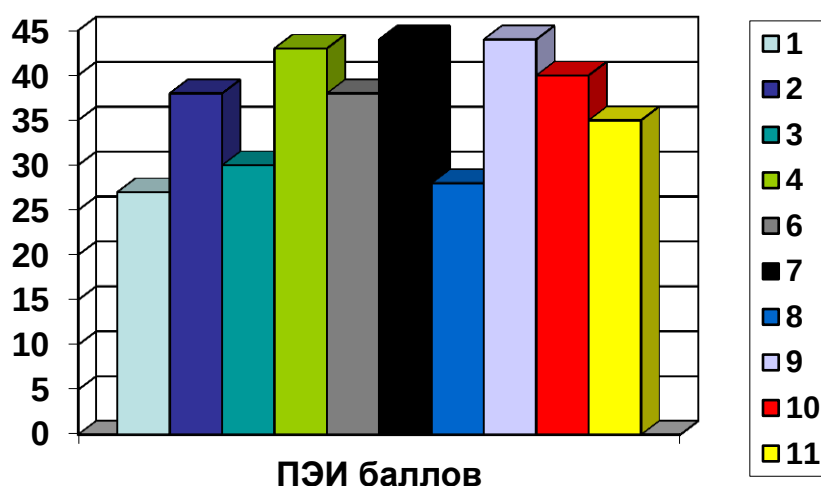
1	1,32	0,86	0,91	6,60
2	1,30	0,95	1,12	9,30
3	1,30	0,95	0,91	7,56
4	1,20	0,98	1,09	10,68
6	1,20	0,98	0,96	9,41
7	1,20	0,98	1,12	10,98
8	1,35	0,95	0,91	7,02
9	1,20	1,00	1,09	10,90
10	1,20	1,00	1,00	10,00
11	1,35	0,95	1,14	8,80

ПЭИ варьирует от 27 до 44 баллов, самые низкие значения в 1-м (27 баллов) и 8-м (28 баллов) полях. В случае с полем №1 такой показатель от того, что пашня не обрабатывается, содержание гумуса низкое – 3,9%, а по гранулометрическому составу почва глинистая.

Поле №8 обрабатывается, на нем выращивается пшеница яровая, но почва отличается глинистым гранулометрическим составом и небольшим содержанием гумуса 4%.

Самые высокие показатели ПЭИ получены на полях №7 и №9 (44 балла). Эти поля заняты черноземом выщелоченным, отличающимся высоким содержанием гумуса, K_2O , P_2O_5 .

Итоговые значения ПЭИ для каждого поля хозяйства представлены на рисунке.



Значения ПЭИ полей ЗАО «Маяк»

Средневзвешенное значение ПЭИ для 10 полей ЗАО «Маяк» составляет 39 баллов. Для пахотных почв Красноярской лесостепи это является средним показателем, значительно уступающим агропочвам лесостепной зоны европейской части РФ.

Сопоставление почвенно-экологических индексов с урожайностью отдельных культур позволяют оценить эффективность их выращивания и общую культуру земледелия, что является задачей на следующий этап исследования. Полученные нами результаты по землепользованию ЗАО «Маяк» могут служить информацией для разработки мероприятий по регулированию плодородия почв на этих полях.

Литература

1. Карманов, И.И. Методика почвенно-агроклиматической оценки пахотных земель для кадастра / И.И. Карманов, Д.С. Булгаков. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2012. – 122 с.
2. Мюллер, Л.М. Метод оценки продуктивности почв агроценозов в глобальном масштабе (Мюнхебергская система рейтинга качества почв) / Л.М. Мюллер, Е.Н. Смоленцева, О.В. Рухович [и др.] // Плодородие. – 2010. – № 10(57). – С. 31–32.
3. Сиротенко, О.Д. Оценка и прогноз эффективности минеральных удобрений в условиях изменяющегося климата / О.Д. Сиротенко, В.А. Романенко, В.Н. Павлова [и др.] // Агрохимия. – 2009. – №7. – С. 26–33.
4. Шишов, Л.Л. Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв / Л.Л. Шишов, Д.Н. Дурманов, И.И. Карманов [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1991. – 302 с.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ГУМУСА В ЧЕРНОЗЕМАХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ ПОД ЧИСТЫМИ И БИНАРНЫМИ ПОСЕВАМИ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР

Научный руководитель – д-р биол. наук, профессор Н.Л. Кураченко

Биологизация земледелия является наиболее перспективным направлением, обеспечивающим сохранение плодородия почв и повышение рентабельности возделываемых культур. Важная роль при этом отводится насыщению севооборотов средоулучшающими культурами, которые призваны обеспечить обогащение почвы органическим веществом и азотом, мобилизацию труднодоступных форм фосфора и калия и улучшение водно-физических свойств почвы [5]. Суть биологизации заключается в расширении посевов многолетних трав, использовании уплотненных посевов (промежуточных культур), применении сидератов – зеленых растений, увеличении внесения в почву органического вещества (наряду с органическими удобрениями и остатков урожая), рациональным использованием минеральных туков и воздействии на агрофитоценозе пестицидам только в экстремальных случаях, при этом на фоне применения оптимальных способов обработки почвы. Разработка научно обоснованных приемов биологического направления в земледелии является задачей сельскохозяйственной науки и производства [4].

Бобовые культуры, особенно в смеси со злаковыми, при правильной агротехнике, сроках и способах их использования могут быть существенными источниками поступления в почву азота и пополнения органическим веществом корнеобитаемого слоя [8]. В отличие от растительных остатков злаковых культур, корне-поживные остатки бобовых богаты азотистыми веществами, поэтому совместное возделывание бобовых и злаковых культур позволяет оптимизировать соотношение углерода и азота в растительных остатках (C:N=20-30:1) и не применять минеральный азот при заделке их в почву [9].

В связи с этим при разработке адаптивных технологий требуется поиск новых научных решений, которые должны базироваться на более полном вовлечении в средо- и почвообразовательный процесс агроэкосистем доступных возобновляемых ресурсов. Построение полевых севооборотов с бинарными посевами в современных условиях

позволяет решить проблемы производства зерна, создания устойчивой кормовой базы животноводства и стабилизировать плодородие почвы.

Цель настоящих исследований – оценить сезонную динамику гумуса в черноземах Красноярской лесостепи под чистыми и бинарными посевами кормовых культур.

Исследования проводились в 2013–2014 гг. в полевом опыте лаборатории кормопроизводства Красноярского научно-исследовательского института сельского хозяйства. Объект исследования – чернозем обыкновенный маломощный среднесуглинистый Красноярской лесостепи и зернопарокормовой севооборот. Почва опытного участка в слое 0–20 см характеризуется высоким содержанием гумуса (7,9–9,6%), слабощелочной реакцией среды (pH_{H_2O} – 7,1–7,8), высокой суммой обменных оснований (40,0–45,2 м-экв/100г). Схема полевого опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – **Схема полевого опыта**

№ п/п	2013 г.	2014 г.	2015 г.
1	Ячмень	Пар+оз.рожь	Оз.рожь
2	Ячмень+эспарцет	Эспарцет (п/п)+оз.рожь	Оз.рожь
3	Ячмень+донник	Донник (п/п)+оз.рожь	Оз.рожь
4	Ячмень+эспарцет+ризоторфин	Эспарцет (п/п)+оз.рожь+ризоторфин	Оз.рожь
5	Ячмень+донник+ризоторфин	Донник (п/п)+оз.рожь+ризоторфин	Оз.рожь
6	Эспарцет	Эспарцет+оз.рожь	Оз.рожь
7	Эспарцет+ризоторфин	Эспарцет+оз.рожь+ризоторфин	Оз.рожь
8	Донник	Донник+оз.рожь	Оз.рожь
9	Донник+ризоторфин	Донник+оз.рожь+ ризоторфин	Оз.рожь

Примечание: п/п – подпокровный.

Размещение вариантов опыта – систематическое, повторность опыта – 4-кратная. Общая площадь делянки – 150 м², учетная – 60 м². В эксперименте возделывали ячмень сорта Соболек, эспарцет песчаный Михайловский 5, донник желтый КАТЭК, озимую рожь Красноярскую универсальную.

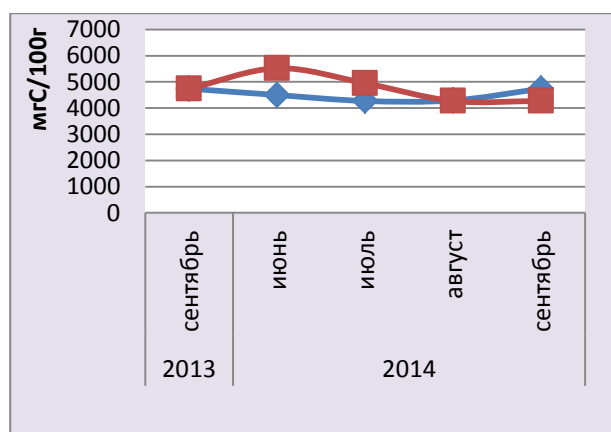
Отбор образцов проводили в слоях почвы 0–20 и 20–40 см. Срок отбора образцов в 2013 г. – сентябрь; в 2014 г. – май–сентябрь. В образцах определяли углерод гумуса (С_{гумуса}) – по

Тюрину [1]. Полученные результаты обрабатывали методом описательной статистики [3].

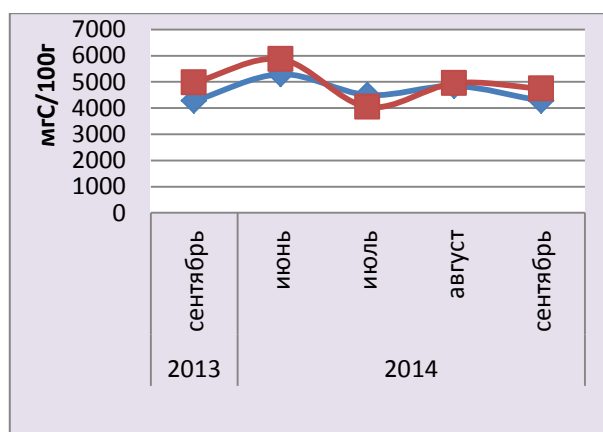
Характерной особенностью почвообразовательного процесса является его цикличность. Понять природу почвообразования любой почвы невозможно без изучения сезонных процессов, их динамики и конкретного проявления. В наибольшей степени это должно быть отнесено к почвам черноземного типа с характерным для них контрастным режимом увлажнения. Цикличность процессов гумусообразования проявляется в сезонной и многолетней динамике содержания гумуса.

Исследования показали, что черноземы обыкновенные опытного поля соответствует высокому уровню гумусированности (см. рис.). Содержание Сгумуса за период наблюдения соответствовало 3480–5748 мгС/100 гр. почвы или 5,8–9,8% гумуса. Важно отметить, что содержание Сгумуса в слое 0–20 и 20–40 см оценивается близкими количественными величинами. На наш взгляд, это обусловлено минерализационными потерями органических компонентов гумуса вследствие интенсивной обработки (старопашотная почва) и потерями гумуса по причине дефляции.

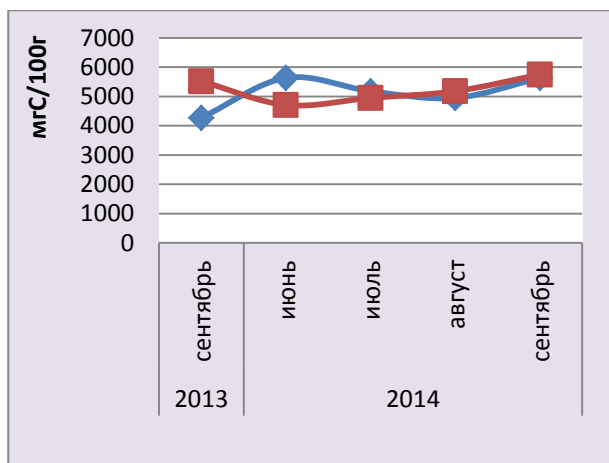
Анализ динамики гумуса в полях зернопарокормового севооборота указывает на различный его характер. Как правило, установлено постепенное снижение Сгумуса в слое 0–20 см в июльский период. К августу и сентябрю отмечается его прирост. Наиболее существенно такая динамика ($V=13-20\%$) выражена при возделывании бинарных посевов эспарцета и донника с ризоторфином. В остальных случаях динамика слабо выражена, так как коэффициент варьирования составляет 5–11%, что соответствует незначительной и небольшой изменчивости (см. рис.).



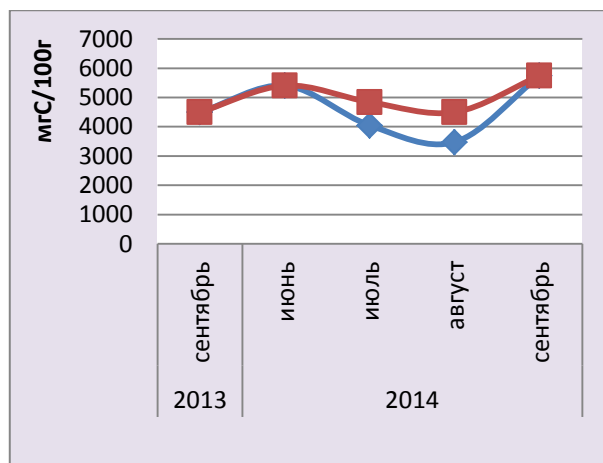
А



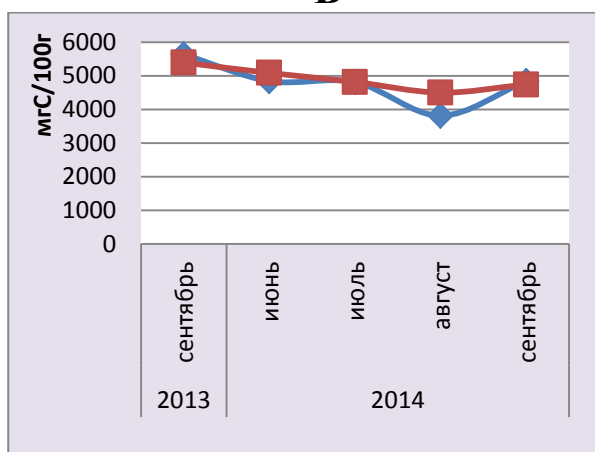
Б



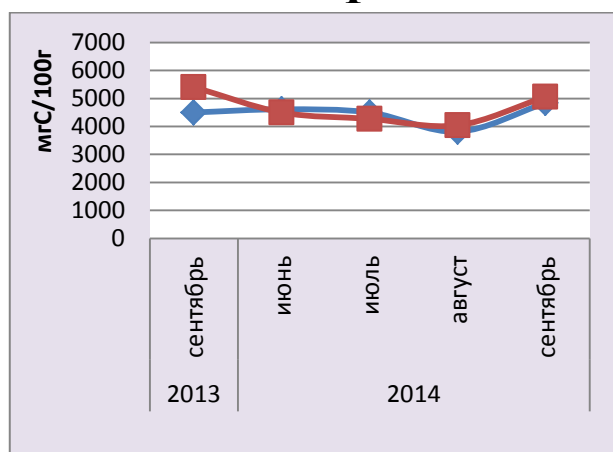
В



Г

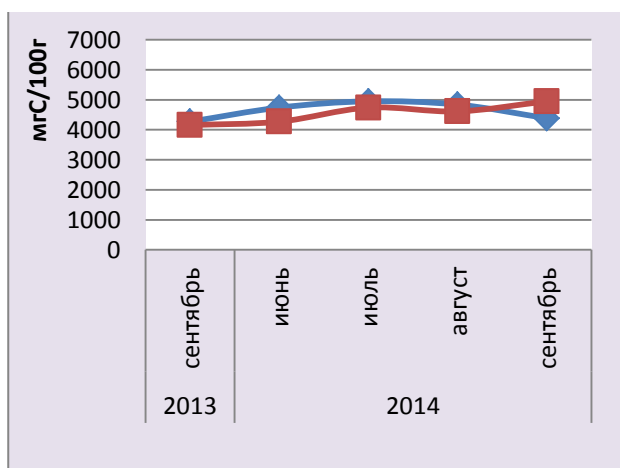


Д

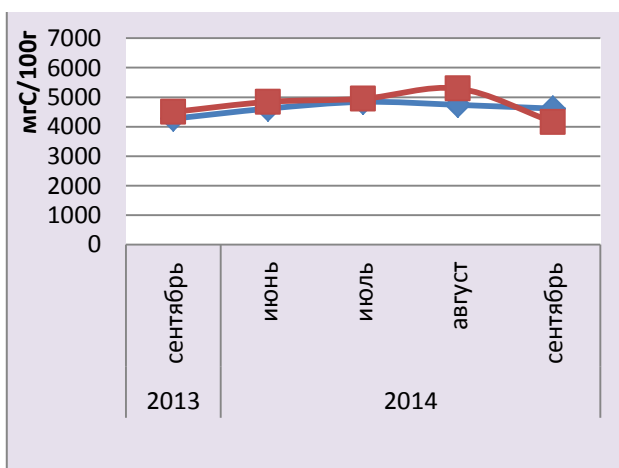


Е

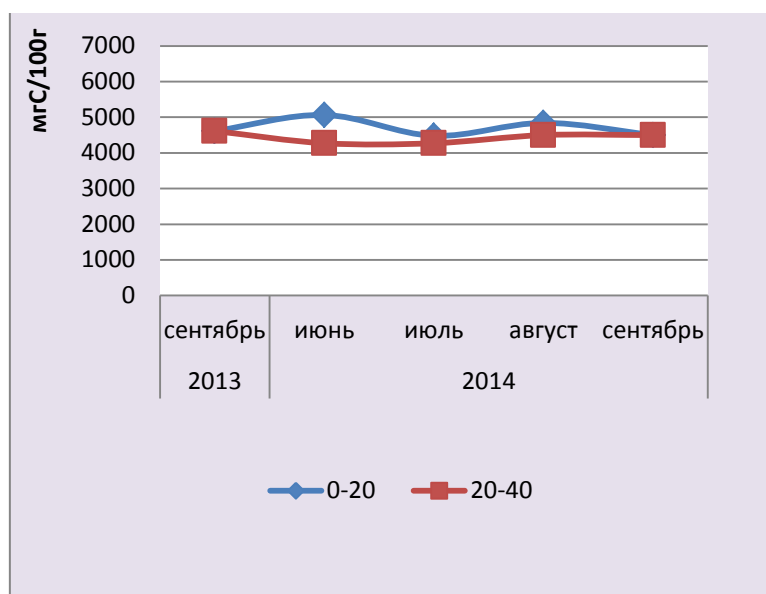
Динамика Сгумуса в черноземе обыкновенном на вариантах опыта: А – ячмень - пар + озимая рожь; Б – ячмень + эспарцет-эспарцет (п/п) + озимая рожь; В – ячмень + донник-донник (п/п) + озимая рожь; Г – ячмень + эспарцет + ризоторфин-эспарцет (п/п) + озимая рожь + ризоторфин; Д – ячмень + донник + ризоторфин - донник (п/п) + озимая рожь + ризоторфин; Е – эспарцет - эспарцет + озимая рожь;



Ж



З



И

Окончание рис.: Ж – эспарцет + ризоторфин - эспарцет + озимая рожь + ризоторфин; З – донник - донник + озимая рожь;
И – донник + ризоторфин - донник + озимая рожь + ризоторфин

Наиболее равномерная сезонная динамика гумуса отмечается в паровом поле по ячменю, в чистых посевах эспарцета и донника с ризоторфином и чистых посевах донника в слое 0–20 см ($V=5\text{--}6\%$) и 20–40 см ($V=3\text{--}9\%$).

Сезонная динамика гумуса в слое 20–40 см под бинарными и чистыми посевами эспарцета, а также в бинарных посевах эспарцета с ризоторфином отличается варьированием гумуса на уровне 11–13%. На этих вариантах к июлю отмечается убыль Сгумуса, далее к августу и сентябрю идет его прирост.

Н.Ф. Ганжара [2] считает, что существуют периоды в течение весны–лета–осени или даже отдельных лет, когда преимущественно идут потери или прирост содержания гумуса в почвах. Разобщенность во времени процессов его образования или разложения связана, по его мнению, с гидротермическими условиями и интенсивностью деятельности микрофлоры, обуславливающей эти процессы. Противоположная точка зрения высказана М.И. Дергачевой [6], которая считает, что в Сибири, например к августу, происходит относительная стабилизация гумусового состояния почв.

Оценивая средний уровень гумусированности чернозема обыкновенного за период сентябрь 2013 – сентябрь 2014 г. отметим, что

максимальный прирост гумуса выявлен при возделывании бинарных посевов донника (табл. 2).

Таблица 2 – Статистические параметры содержания Сгумуса в черноземе обыкновенном (мгС/100г, 2013–2014 гг.)

Вариант	X	Sx	Min	Max	V, %
<i>0–20 см</i>					
Ячмень - пар + озимая рожь	4509	229	4272	4740	5
Ячмень + эспарцет - эспарцет (п/п) + озимая рожь	4636	435	4272	4292	9
Ячмень + донник - донник (п/п) + озимая рожь	5134	656	4272	5634	11
Ячмень + эспарцет + ризоторфин - эспарцет (п/п) + озимая рожь + ризоторфин	4636	940	3480	5748	20
Ячмень + донник + ризоторфин - донник (п/п) + озимая рожь + ризоторфин	4789	646	3816	5634	13
Эспарцет - эспарцет + озимая рожь	4454	383	3816	4842	9
Эспарцет + ризоторфин - эспарцет+озимая рожь+ ризоторфин	4638	295	4272	4950	6
Донник - донник + озимая рожь	4616	215	4272	4842	5
Донник+ризоторфин - донник+озимая рожь+ризоторфин	4700	249	4480	5064	5
<i>20–40 см</i>					
Ячмень - пар+озимая рожь	4751	522	4272	5520	11
Ячмень+эспарцет - эспарцет (п/п)+озимая рожь	4914	650	4044	5862	13

Окончание табл. 2

Вариант	X	Sx	Min	Max	V, %
Ячмень+донник - донник (п/п)+озимая рожь	5221	420	4708	5748	8
Ячмень+эспарцет+ризоторфин - эспарцет (п/п)+озимая рожь+ризоторфин	4999	559	4500	5748	11
Ячмень+донник+ризоторфин - донник (п/п)+озимая рожь+ризоторфин	4906	342	4500	5392	7
Эспарцет - эспарцет+озимая рожь	4657	565	4044	5406	12
Эспарцет+ризоторфин - эспарцет+озимая рожь+ризоторфин	4547	328	4158	4950	7

Донник - донник+озимая рожь	4748	435	4158	5292	9
Донник+ризоторфин - донник+озимая рожь+ризоторфин	4432	153	4272	4614	3

В слое 0–20 и 20–40 см содержание Сгумуса на этом варианте составило 5134–5221 мг С/100 гр почвы соответственно. Обработка семян ризоторфином на этом варианте также обеспечивает максимальный прирост гумуса (4789–4906 мгС/100 г соответственно). По данным А.В. Зеленева [7], пожнивно-корневая масса эспарцета при выращивании его на сено значительно ниже, чем масса, поступающая с донником. Исследованиями автора установлено, что с растительными остатками донника в почву поступает до 3,87 т/га органического вещества.

Выводы

1. Черноземы обыкновенные Красноярской лесостепи, функционирующие в условиях зернопарокормового севооборота, характеризуются стабильной сезонной динамикой гумуса ($V = 3\text{--}20\%$) в слое 0–40 см.

2. Ход динамики Сгумуса имеет различную направленность, что определяется видовым составом чистых и бинарных посевов кормовых культур, а также применением бактериальных препаратов.

3. Возделывание бинарных посевов донника, а также обработка его семян ризоторфином определяет максимальное содержание Сгумуса, достигающее 5134–5221 и 4789–4906 мгС/100г почвы по слоям соответственно.

Литература

1. Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
2. Ганжара, Н.Ф. Гумусообразование и агрономическая оценка органического вещества подзолистых и черноземных почв европейской части СССР: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Н.Ф. Ганжара. – М., 1988. – 30 с.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

4. Долгополова, Н.В. Влияние приемов биологизации на почвенные условия возделывания сельскохозяйственных культур / Н.В. Долгополова, С.С. Балабанов, В.Ю. Тимонов // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2009. – № 3. – С. 35–39.
5. Дедов, А.В., Бинарные посевы с бобовыми травами / А.В. Дедов, М.А. Несмеянова, Т.А. Кузнецова // Пермский аграрный вестник. – 2014. – № 2. – С. 10–16.
6. Дергачева, М.И. Органическое вещество почв: статика и динамика / М.И. Дергачева. – Новосибирск: Наука, 1984. – 314 с.
7. Зеленев, А.В. Продуктивность эспарцета и донника в полевых севооборотах Нижнего Поволжья / А.В. Зеленев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2009. – № 4.
8. Саранин, Е.К. Экологическое земледелие / Е.К. Саранин. – Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. – 72 с.
9. Саранин, Е.К. Биологизация земледелия. Теория и практика / Е.К. Саранин. – М.: АОЗТ «ИКАР», 1996. – 130 с.

ВЛИЯНИЕ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ И ПАРА НА СОДЕРЖАНИЕ АЗОТА МИКРОБНОЙ БИОМАССЫ В ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

В.В. Пастухова

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент А.А. Белоусов

Одним из важнейших показателей почвенного плодородия, лимитирующих продуктивность экосистем, является содержание азота в почве. Он является тем биогенным элементом, трансформация которого всецело определяется процессами гумусообразования и минерализации, биохимической активностью почвы [2]. Это накладывает отпечаток на природу азотных соединений почвы, представленных на 93–97% органическими формами, основная часть которых входит в состав гумуса. Биомасса почвенных микроорганизмов может играть большую роль в потоках почвенного азота. В ней содержится небольшое количество азота, однако оборот этой фракции может обеспечить большую часть минерализованного азота, включаемого затем в новую растительную и микробную биомассу [1].

Многолетние травы и паровые поля – основные предшественники для ведущих культур севооборота на территории Красноярского региона. Последними аналитическими измерениями установлен слабый биологический потенциал основных сельскохозяйственных массивов. Так, например, на полях чистого пара обнаруживается низкая нитрификационная активность.

Практическая и научная проблема:

1. Дефицит минерального азота в почвах агроценозов Красноярской лесостепи.

2. Отсутствие достоверной информации о структуре почвенного азота, прежде всего о доле азота микробной биомассы в общем азотном фонде.

Рабочая гипотеза исследований: использование культуры многолетних трав повысит долю азота микробной биомассы, что позволит увеличить резервы потенциально доступного для растений азота.

Цель исследований – оценить влияние многолетних бобовых культур и чистого пара на содержание азота микробной биомассы в черноземе выщелоченном Красноярской лесостепи.

Объекты и методы исследования

Исследования проводились на многолетнем полевом стационаре учебного хозяйства «Миндерлинское» на севооборотах кафедры растениеводства и почвоведения и агрохимии, расположенного в центральной части Красноярской лесостепи*.

Объем выборки – 9. Площадь делянки – 250 м².

В опыте изучалось влияние двух видов сеяных трав на свойства почвы: люцерны гибридной (*Medicago media*) сорта Вега – пятый и шестой год использования, галеги восточной (*Galaga orientalis*) сорта Горноалтайская-87 – десятый–одиннадцатый годы использования и парового стерневого поля (стерня яровой пшеницы).

Схема опыта включала следующие варианты:

1. Галега.

2. Люцерна.

3. Чистый стерневой пар (контроль).

Почвенный покров стационара представлен черноземом выщелоченным маломощным среднегумусным тяжелосуглинистым илова-

* Благодарим канд. с.-х. наук, доцента Красноярского государственного аграрного университета А.Т. Аветисяна за возможность проведения исследований на данном опыте.

то-пылеватым, сформированном на коричнево-бурых тяжелых суглинках. Основные физико-химические и химические показатели, характеризующие объект исследования, отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели химических и физико-химических свойств чернозема выщелоченного в вариантах опыта

Вариант, слой 0–20 см	Гу- мус, %	рН Н ₂ О	S	Н _г	ЕКО	V, %	Содержание фракций, %; размер частиц, мм	
			ммоль-ЭКВ/100 г				<0,01	<0,001
1. Галега	10,1	6,9	55,2	1,2	56,4	97,8	57,3	24,4
2. Люцерна	8,6	6,8	55,4	1,1	56,5	98,1	56,9	23,8
3. Чистый пар	7,7	7,7	61,9	–	61,9	100	54,9	21,8

В гумусово-аккумулятивном горизонте чернозема выщелоченного наблюдается интенсивное накопление органического вещества. Количество гумуса в пахотном слое почвы под люцерной составляет 8,6%, под галегой восточной – 10,1%, а под паром – 7,7%. Реакция почвенного раствора характеризуется как нейтральная в почве под травяными агроценозами, тогда как под полем чистого пара – слабощелочной. Емкость катионного обмена в почве всех вариантов опыта имеет высокие значения.

В почвенных пробах был определен азот микробной биомассы по В.М. Назарюк [4]. Отбор почвенных проб проводился из слоя 0–20 см. Сроки отбора почвенных образцов приурочены к фазам развития многолетних трав: ветвление – цветение – отава трав. Для всех данных рассчитаны основные статистические характеристики в программе Excel.

Результаты исследований

Азот микробной биомассы является ближайшим резервом в снабжении растений минеральными соединениями этого элемента, а его количественные оценки наиболее надежно отражают состояние и особенности функционирования почвенного микробоценоза [4]. По мнению исследователей, вклад в питание растений азотом за счет функционирования микробоценоза является существенным. Рассмотр-

рим количественные параметры содержания азота микробной биомассы в вариантах опыта (табл. 2).

Таблица 2 – Динамика содержания азота микробной биомассы, мг/кг

Срок наблюдения	Вариант								
	Галега			Люцерна			Чистый пар		
	x	s _x	V, %	x	s _x	V, %	x	s _x	V, %
Июнь 2011	169	49	84	192	32	49	45	6	31
Июль 2011	144	23	47	47	14	89	10	6	170
Август 2011	49	16	95	86	17	54	3	1	110
Июнь 2012	249	27	33	244	59	63	4	1	25
Июль 2012	12	2	50	12	1	16	6	2	80

Динамика содержания азота микробной биомассы в 2011 г. под галегой незначимо снижалась от июня к июлю ($t_f < t_t$), а к августу это сокращение было уже достоверным ($t_f > t_t$). Этот спад можно объяснить тем, что почва под многолетним травянистым растением не обрабатывается в течение ряда лет. Следовательно, процессы трансформации органических соединений были незначительны. Несколько иной характер динамики наблюдался под люцерной. Мы обнаружили, что здесь содержание азота микробной биомассы существенно снизилось от июня к июлю ($t_f > t_t$), а от июля к августу процессы иммобилизации вновь активизировались, однако не на достоверно значимую величину.

Таким образом, на основе полученных данных делаем предварительное заключение о высокой способности галеги и люцерны биологически закреплять азот в почве. Для земледелия этот факт имеет положительное значение, так как в структуре севооборота или в случае с галегой, как выводное поле, задачей этих культур является депонирование азота как элемента, находящегося в первом минимуме в условиях Сибири. По-видимому, основное воздействие на динамику роста биомассы гетеротрофных микроорганизмов и их активность, связанную с потоком органических веществ, оказывает поступление корневых выделений из растений в течение вегетационного периода.

Характер динамики микроббиомассы практически одинаков в контроле и опытных вариантах: содержание микробной биомассы снижалось с начала лета и достигло минимального значения в конце июля, а затем снова нарастало вплоть до августа. Однако стоит все-

таким образом выделить концентрацию иммобилизованного азота под галегой в июле 2011 г. Здесь, в сравнении с люцерной, зафиксированы практически аналогичные с июнем значения $N_{мб}$. По-видимому, сказывалась важнейшая особенность галеги по способности формировать высокую продуктивность надземной и подземной частей, в результате чего, по мнению А.Н. Кшникаткиной и др. [5] повышается поступление связанного углерода в почву. Далее автор приводит сведения, подтверждающие высокие значения $N_{мб}$ в июле. Указывается, что в отличие от большинства культур, под посевами галеги почвенная микрофлора имеет возможность в течение всего теплого периода получать в качестве источника питания легкоразлагаемые органические соединения. А о важности этих веществ для микроорганизмов известно давно. Так, например, И.В. Евдокимов [6] отмечает, что недостаток энергии может лимитировать рост всего комплекса почвенных микроорганизмов. Автор также отмечает, что скорость микробной иммобилизации азота зависит, прежде всего, от фактической концентрации азота в биомассе. Если микроорганизмы нуждаются в этом элементе, они поглощают азот с более высокой скоростью. Также исследователи информируют о том, что активная микроббиомасса нуждается в азоте как источнике роста.

Исходя из данных таблицы 2, содержание азота микробной биомассы существенно снизилось в почве под стерневым паром в сравнении с люцерной и галегой, причем эта разница была более существенна в конце лета 2011 г. Представленная информация свидетельствует о преобладании в этот период сезона в почве пара минерализационных процессов над иммобилизационными. Гидротермические условия также способствовали процессам разложения. В то же время динамика содержания азота микробной биомассы под паром была аналогична травянистым растениям и существенно снизилась от июня к июлю и от июля к августу 2011 г. ($tф > tт$).

Таким образом, при возрастании антропогенного пресса, при использовании почвы под паром происходило снижение уровня содержания азота микробной биомассы. Наши данные не согласуются с информацией, представленной в книге «Углерод и азот...» [7], в исследованиях которой в почвах без растений величины микробного азота были выше, чем в почвах с растениями. На наш взгляд, это объясняется тем, что анализируемое поле пара было стерневым со значительным количеством растительных остатков, богатых органическим углеродом. В 2012 г. происходит более существенное снижение мик-

робной биомассы от июня к июлю в сравнении с 2011 г. Одна из самых вероятных причин этого – жаркое и засушливое лето 2012 г.

Следует также сказать об очень высокой степени варьирования параметров азота микробной биомассы в пределах изучаемых делянок опыта. Колебания биомассы микробных клеток можно рассматривать как пул, характерный для данной почвы. По мнению Н.Н. Семененко [8], его величина не зависит от случайных колебаний температуры, влажности, поступления растительных остатков. Она обусловлена типом почвы с присущими ему физическими и химическими свойствами, а также факторами, которые приводят к изменению свойств почвы за относительно небольшие промежутки времени и обусловлены в значительной мере непрогнозируемыми экологическими факторами. Указывается, что активность процессов микробной трансформации азота в почвах во многом определяется свойствами почв, типом фитоценоза и положением экосистем в геохимической катене.

Также известно, что почва является средой обитания для макро- и микроорганизмов. Для макроорганизмов почва выступает как целостная среда обитания. Для микроорганизмов почву следует рассматривать как сложную гетерогенную систему микросред с резко различными условиями обитания в каждом отдельном микролокусе. Так, микроорганизмы, поселяющиеся на поверхности почвенных агрегатов и внутри них, развиваются в совершенно разных условиях по доступности компонентов питательного субстрата, аэрации, влажности, температуры, pH и т. д. Вся масса микроорганизмов составляет так называемый пул почвы, или ее микробный запас. Под воздействием сложного комплекса природных и антропогенных факторов, ведущая роль среди которых принадлежит биохимической деятельности микроорганизмов, формируется такое важное свойство почвы, как плодородие.

Выводы

1. Выявлена высокая способность фитоценозов галеги восточной и люцерны формировать пул иммобилизованного азота. Относительно парового поля доля азота микробной биомассы многолетних трав оценивается как 1:10.

2. Уровень пространственного варьирования азота микробной биомассы в вариантах опыта оценивается как очень значительный,

что свидетельствует о большой микроразнообразности, особенно в условиях стернового пара.

Литература

1. Кузнецова, Т.В. Минерализационно-иммобилизационная оборачиваемость азота в почве при разной обеспеченности разлагаемым органическим веществом / Т.В. Кузнецова, А.К. Ходжаева, Н.А. Семенова [и др.] // Агрохимия. – 2006. – № 6. – С. 5–12.
2. Ерохина, Н.Л. Содержание и запасы азота в почвах Средней Сибири (в пределах земледельческой территории Красноярского края): автореф. дис... канд. биол. наук / Н.Л. Ерохина. – Красноярск, 2002. – 23 с.
3. Благодатский, С.А. Регидратационный метод определения микробной биомассы в почве / С.А. Благодатский, Е.В. Благодатская, А.Ю. Горбенко [и др.] // Почвоведение. – 1987. – № 4. – С. 64–71.
4. Назарюк, В.М. Баланс и трансформация азота в агроэкосистемах / В.М. Назарюк. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 257 с.
5. Кшникаткина, А.Н. Влияние козлятника восточного на плодородие почвы / А.Н. Кшникаткина, В.А. Варламов, О.А. Духанин // Земледелие. – 2002. – № 4. – С. 26–27.
6. Евдокимов, И.В. Азот микробной биомассы в почве, его трансформация и использование растениями: автореф. дис. ... канд. биол. наук / И.В. Евдокимов; МГУ им. М. В. Ломоносова. – М., 1992. – 17 с.
7. Чупрова, В.В. Углерод и азот в агроэкосистемах Средней Сибири / В.В. Чупрова. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 1997. – 166 с.
8. Семененко, Н.Н. Азотный режим дерново-подзолистых почв и рациональное применение азотных удобрений: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Н.Н. Семененко. – Минск, 1992. – 48 с.

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ КРИОГЕННЫХ ПОЧВ В РАЗНЫХ ТИПАХ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ

Л. П. Захарченко

Научный руководитель – д-р биол. наук, профессор И.Н. Безкоровая

Глобальное экологическое значение лесных экосистем Сибири, сформированных на многолетней мерзлоте, в сохранении биологического разнообразия и регулировании климата планеты заключается в адаптационных возможностях биоты к существованию в экстремальных условиях и воздействию на них глобальных климатических изменений. К настоящему времени ряд моделей, прогнозируемых изменения, показывают, что наиболее значимые изменения произойдут в бореальных и тундровых экосистемах, подстилаемых многолетнемерзлыми почвами. Показано сокращение «мерзлотных регионов», повышение температуры грунтов и увеличение активного слоя криогенных почв [4]. Оценка отклика высокоширотных лесных экосистем на прогнозируемое изменение температуры не может быть полноценной без анализа гетеротрофных процессов, поскольку криогенные экосистемы являются важным «депо» и потенциальным источником парниковых газов.

Диагностика почв и почвенных процессов с точки зрения биологических характеристик дает достаточно полную информацию об их актуальных и потенциальных возможностях, что способствует наиболее точному прогнозированию реакции почвенной среды как компонента экосистем, процессах, связанных с изменением климата или антропогенным фактором. Среднетаежные лесные экосистемы, в которых проводились исследования, находятся в зоне риска, поскольку они сформированы в зоне спорадической мерзлоты и наблюдаемые изменения климата не могут не отражаться на криогенезе почв данного региона. Биологические процессы отражают отклик криогенных почв на современные климатические изменения и оценка потенциальных биологических возможностей почв является весьма актуальной.

Цель данных исследований – провести сравнительный анализ интегральных показателей биологической активности криогенных почв в трех типах лесных экосистем средней тайги Средней Сибири.

Исследования проводятся на трех постоянных пробных площадях в среднем течении р. Подкаменной Тунгуски (правый приток р. Енисей) (61°с.ш. 96°в.д.). Исследуемый район расположен в зоне островного расположения многолетнемерзлых грунтов в пределах Тунгусско-Бахтинского среднетаежного траппового плато и относится к Байкитскому округу среднетаежных лиственничных и горнотаежных темнохвойных лесов юго-западной части Эвенкийской провинции лиственничных и горнотаежных темнохвойных лесов [6].

Физико-химические и химические свойства почв

Место отбора, глубина, см	С %	СО ₂ карбонатов %	рН сол.	рН водн.	Σ обм. основ, мг*экв/ 100г почвы	Fe ₂ O ₃ мг*экв/100г почвы	Al ₂ O ₃ мг*экв / 100г почвы	K _w
Подбур среднесуглинистый (елово-пихтово-кедровый лес мелкотравно-разнотравно-зеленомошный)								
ПП1 0-5	32,32	-	-	-	-	614,9	0,00	0,86
ПП1 5-10	14,50	2,40	-	6,27	41,1	686,4	0,00	0,91
ПП1 10-20	11,20	3,08	-	6,45	46,5	572,0	0,005	0,92
Подбур среднесуглинистый (лиственничник кустарничково-зеленомошный)								
ПП2 0-5	6,62	2,63	4,25	4,70	21,0	614,9	0,04	0,64
ПП2 5-10	5,63	1,67	5,88	5,54	18,0	572,0	0,00	0,95
ПП2 10-20	3,79	0,00	5,01	5,66	19,0	429,0	0,00	0,95
Подзол супесчаный (сосняк зеленомошно-лишайниково-кустарничковый)								
ПП3 0-5	2,56	0,00	3,84	4,54	7,0	300,3	0,24	0,99
ПП3 5-10	2,53	0,69	3,89	4,92	5,0	729,3	0,46	0,99
ПП3 10-20	1,31	0,52	-	4,73	4,0	686,4	0,42	0,99

Для оценки интенсивности биологических процессов в данной работе использованы запасы подстилки и потенциальная целлюлозоразлагающая активность. Запасы подстилки определяли общепринятым в биогеоценотических исследованиях следующим методом – на каждой пробной площади были взяты подстилки с площади 20x20 см в трехкратной повторности. В лаборатории определяли их вес и пересчитывали на м². Целлюлозоразлагающая активность почвы оценивалась с помощью аппликационного и весового методов Е.Н. Мишустина и А.Н. Петровой [1]. Активность целлюлозоразложения оценивалась по потере целлюлозы при разложении в оптимальных для биологических процессах условиях температуры (28°С) и влажности (60 % от полной влагоемкости).

Пробные площади представлены елово-пихтово-кедровым лесом мелкотравно-разнотравно-зеленомошным (ПП1); лиственничником кустарничково-зеленомошным (ПП2); сосняком зеленомошно-лишайниково-кустарничковым (ПП3).

Почвы исследованных участков – подбуры среднесуглинистого гранулометрического состава (ПП1 и ПП2) и подзол супесчаный (ПП3).

С биологической активностью почвы тесно взаимосвязаны ее физические и химические свойства, такие как гумусное состояние, структура, щелочно-кислотные условия, окислительно-восстановительный потенциал и другие. Анализ физико-химических свойств исследованных почв показал, что для ПП1 характерно влияние обильной растительности на водородный (рН) и углеродный (С) показатели, а также на содержание обменных оснований (табл.). Среднесуглинистый гранулометрический состав отражается на коэффициенте гигровлажности почвы.

На ПП2 изменение растительности отражается и на физико-химических свойствах почв. Отмечено меньшее содержание гумуса, особенно в верхнем 0-5 см слое почвы. Подзолы на ПП3 отличаются значительно более низким содержанием органического вещества и высоким водородным показателем. Это в свою очередь определяет суммарное количество обменных оснований в данной почве.

Лесные подстилки являются одним из основных компонентов лесных сообществ и выполняют связующую роль в системе «фитоценоз-почва» [8]. Состав и запасы подстилок отражают скорость разложения растительного опада. Активность биологических процессов, направленных на деструкцию растительного вещества, зависит от климатических условий, качественного состава растительных остатков и реализуется в сложной, многообразной и многоступенчатой деятельности комплекса редуцентов, представленного грибами, бактериями, почвенными животными, тесно связанными между собой. Таким образом, запасы подстилок являются интегральной характеристикой экологических условий и биологической активности данного лесного сообщества. Многочисленные данные, приводимые в научной литературе, свидетельствуют о том, что чем выше активность почвенных редуцентов, тем ниже запасы подстилок [1, 3, 8].

Мощность подстилки, в зависимости от типа леса, изменяется от 8 см в сосняке зеленомошно-лишайниково-кустарничковом до 11 см в смешанном пихтово-кедрово-еловом темнохвойном лесу. Запасы подстилок в исследованных лесных экосистемах близки между собой и составляют 3,3-5,2 кг/м² (рис. 1). Максимальные запасы подстилки в сосняке свидетельствуют о более низкой активности биодеструкции, обусловленной особенностями качественного состава подстилки и гидротермическими условиями в данном местообитании.

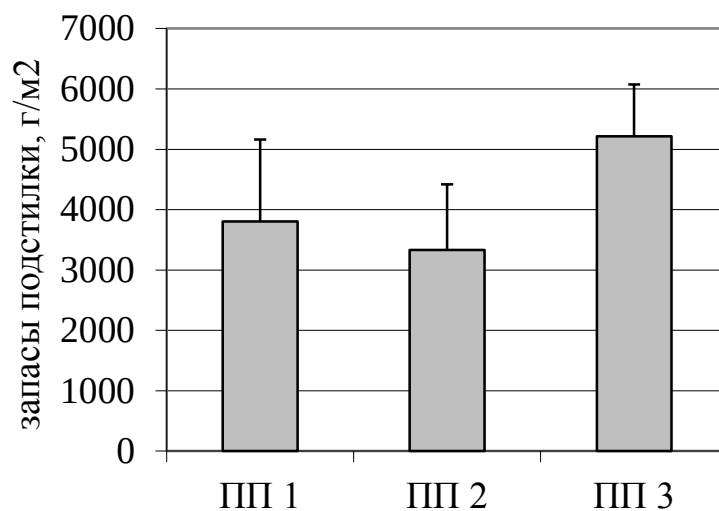


Рисунок 1 – Запасы подстилок в елово-пихтово-кедровом лесу мелкотравно-разнотравно-зеленомошном (ПП1); лиственничнике кустарничково-зеленомошном (ПП2); сосняке зеленомошно-лишайниково-кустарничковом (ПП3)

Одним из интегральных показателей биологической активности почв является целлюлозоразлагающая активность, характеризующая скорость деструкции растительных остатков, поступающих в почву, определяющий уровень продуктивности почвенной биоты. Целлюлозная активность свидетельствует о напряженности биологических процессов в почве. В разложении растительных остатков, поступающих в почву, принимает участие обширная группа целлюлозоразлагающих микроорганизмов. Процесс разложения клетчатки инициируют бактерии *Clostridium omelianskii*, *Clostridium thermocellum*, *Eubacterium cellulosolvens*. Но основная роль в этом процессе принадлежит грибам *Trichoderma viridae*, *Chaetomium globosum*, *Myrothecium verrucaria* и некоторым видам родов *Aspergillus*, *Stachybotrys*, *Penicillium*, *Monospora*, *Fusarium*, *Phoma* [5].

Определение потенциальной активности целлюлозоразложения способствует оценке потенциальных возможностей почв, их устойчивости к различным экзогенным факторам, среди которых прогнозируемые изменения климата, процессы деградации многолетней мерзлоты, пожары и др. Анализ потенциальной способности почв к целлюлозоразложению показал, максимальной почвенной биологической активностью характеризуется подбур под елово-пихтово-кедровым лесом – потеря веса целлюлозы в результате двухнедельного компостирования в оптимальных условиях температуры и влажности для

подстилки и минерального слоя почвы 0–5 см составила соответственно 46–52 % (рис. 2).

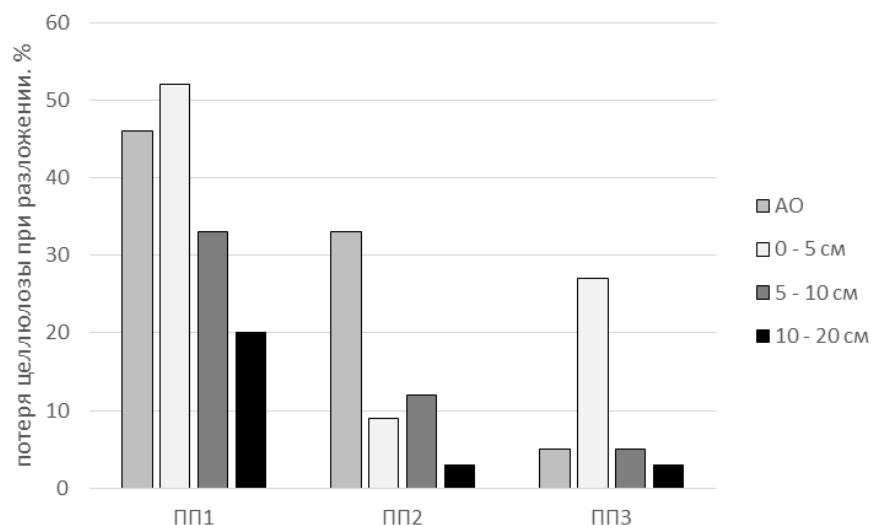


Рисунок 2 – Потенциальная активность целлюлозоразложения исследуемых почв в елово-пихтово-кедровом лесу мелко травно-разнотравно-зеленомошном (ПП1); лиственничнике кустарничково-зеленомошном (ПП2); сосняке зеленомошно-лишайниково-кустарничковом (ПП3)

Для подбур под лиственничником активность целлюлозоразложения подстилок несколько ниже – 33 %, минерального слоя 0–20 см она ниже более чем в 3 раза. Минимальной потенциальной активностью биологических процессов характеризуется подзол под сосняком. Причем только для минерального слоя почвы 0–5 см она составляет 27 %, для подстилок и минерального слоя 5–20 см активность целлюлозоразложения не превышает 5 %.

Возможно, потенциальная активность целлюлозоразложения зависит особенностей не только качественного состава подстилок исследуемых местообитаний, но и от гидротермических условий, складывающихся в почвах. Так, известно, что подзолы, в отличие от почв более тяжелого гранулометрического состава, например подбуров, отличаются низкой влагоудерживающей способностью [7]. Кроме того, для подзолов характерно низкое содержание органического вещества, что также способствует депрессивному состоянию биологических процессов в этих почвах.

Таким образом, наши исследования показали, что почвы более тяжелого гранулометрического состава (подбуры среднесуглинистые под елово-пихтово-кедровым лесом и лиственничником) отличаются более высокой активностью целлюлозоразложения. Для подзолов су-

песчаных показана крайне низкая потенциальная способность к целлюлозоразложению. Полученные данные согласуются с данными по запасам подстилок и отражают зависимость активности биологических процессов от почвенно-растительных условий.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ №13-04-01482.

Литература

1. Александрова, Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Л.Н. Александрова. – М.: Наука, 1980. – 287 с.
2. Аристовская, Т.В. Методы изучения микрофлоры почв и ее жизнедеятельности / Т.В. Аристовская, Ю.А. Худякова // Методы стационарного изучения почв. – М.: Наука, 1977. – С. 241–286.
3. Казеев, К.Ш. Биология почв Юга России / К.Ш. Казеев, С.И. Колесников, В.Ф. Вальков. – Ростов н/Д: Изд-во ЦВВР, 2004. – 350 с.
4. Карелин, Д.В. Углеродный обмен в криогенных экосистемах / Д.В. Карелин, Д.Г. Замолотчиков. – М.: Наука, 2008. – 344 с.
5. Наплекова, Н.Н. Аэробное разложение целлюлозы микроорганизмами в почвах Западной Сибири / Н.Н. Наплекова. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1974. – 249 с.
6. Герасимов, И.П. Средняя Сибирь: справочник / И.П. Герасимов. – М.: Наука, 1964. – 479 с.
7. Тарасов, П.А. Изучение пирогенного влияния на водные свойства и гидротермические условия сосняков средней тайги / П.А. Тарасов, В.А. Иванов, И.Н. Безкоровайная // Непрерывное экологическое образование и экологические проблемы. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2004. – Т.1. – С. 59–62.
8. Титлянова, А.А. Подстилки в лесных и травянистых экосистемах / А.А. Титлянова, С.В. Шибарева. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – 137 с.

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ ОКРЕСТНОСТЕЙ СЕЛА АЧАЙВАЯМ КАМЧАТСКОГО КРАЯ

О.В. Сенкевич, М.В. Масанин, М.А. Буряев, К.А. Кергильхот

Научный руководитель – д-р биол. наук, профессор О.А. Ульянова

В пределах Корякского нагорья горные торфянисто-глеевые почвы сочетаются с горно-тундровыми. На севере для быстрого разложения минеральной части почв и органических остатков недостает тепла – происходит заболачивание почв, угнетаются микробиологические процессы. Поэтому на севере Дальнего Востока формируются почвы малой мощности, бедные органическим веществом, обладающие высокой кислотностью и низким плодородием [1]. Эти почвы бедны беспозвоночными (насекомыми, червями), влияние которых на структуру почвы очень велико [2].

Начиная с советских времен, делались многочисленные попытки окультуривания тундровых почв. В произведениях классиков описываются варварские действия «передовых» агрономов, пытающихся, например, осушать чукотские озера и засеивать их кормовыми травами для завезенного скота [3], менять русла рек, выжигать леса. Пользу эти действия в конечном итоге принесли сомнительную, а вот вред природе был нанесен непоправимый.

В то же время тундровые почвы обладают определенным плодородием и способны при разумном их использовании обеспечить местное население устойчивым урожаем.

Научная обоснованность при выращивании сельскохозяйственных культур – необходимое условие длительного плодотворного земледелия, не наносящего вред окружающей среде.

В окрестностях с. Ачайваям, находящегося в самой северной континентальной части Камчатского края, некоторое время сеяли викоовсяную смесь, но после прекратили. Эта почва и стала объектом наших исследований.

Цель работы состояла в агрохимической оценке показателей плодородия почвы землепользования с. Ачайваям и выработке рекомендаций по выращиванию сельскохозяйственных культур с учетом полученных результатов исследований.

Образцы почвы были отобраны осенью 2014 г. в 5-кратной повторности в 0–20 см плодородном слое (рис.).



Отбор почвенных образцов

Агрохимические показатели определялись общепринятыми методами в лаборатории Красноярского ГАУ: нитратный азот определяли дисульфифеноловым методом, аммонийный азот – с реактивом Несслера, подвижный фосфор – по Кирсанову, общий гумус – по Тюрину, рН–потенциометрически.

Результаты исследований показывают, что фактором, лимитирующим урожайность, является недостаток нитратной формы азота и сильноокислая реакция почвенного раствора, что взаимосвязано, ведь на кислых почвах активность нитрификаторов снижается. Из-за повышенной кислотности и другие питательные вещества становятся недоступными для растений, что и наблюдается в наших исследованиях: высокое содержание аммонийного азота, среднее – фосфора, гумуса, но значение рН 4,2 (табл.).

Агрохимическая характеристика почвы

Показатель	Количественное значение	Оценка
N-NO ₃ , мг/100г	1,6	Очень низкое
N-NH ₄ , мг/100г	60,4	Высокое
P ₂ O ₅ , мг/100г	11,2	Среднее
Гумус, %	4,2	Среднее
pH _{KCl}	4,2	Сильнокислая

По величине pH солевой вытяжки узнают степень кислотности почв, и в зависимости от нее устанавливают дозы извести, необходимые для устранения обменной кислотности. Результаты анализа показали, что почва сильнокислая.

Известно, что на легких кислых почвах хорошо растет картофель. Его нежелательно высаживать после известкования, чтобы избежать поражения болезнями. Предпочитают умеренную кислотность репа, редька, редис, морковь, томат, тыква. Среди декоративных растений кислые почвы предпочитают многие садовые цветы – рододендроны и азалии, вереск, гаультерия, гортензия [5]. Другое дело, что не все из них морозостойки. Кислая почва идеальна для семейства вересковых – голубики, черники, брусники, клюквы, а также жимолости и прочих ягод, в обилии произрастающих на корякской земле.

Другие же растения в данном случае можно выращивать только после предварительного известкования почвы. Дозы извести рассчитываются исходя из типа почв, гранулометрического состава и pH_{KCl}. Для легко- и среднесуглинистых почв с pH_{KCl} = 4,2 доза извести составит около 4т/га или 0,4кг/м².

Сразу после известкования полезно сеять и высаживать почти все разновидности капусты, свеклу, перец, лук, сельдерей. На второй год после внесения извести хорошо растут: фасоль, горох, бобы, баклажаны, огурцы, кабачки [4].

Большое влияние оказывает известкование на использование растениями азота почвы. Наиболее интенсивно минерализация почвенного азота и потребление его растениями происходит при доведении реакции почвенного раствора до нейтральной среды внесением повышенных доз извести. Наряду с азотом, известкование заметно повышает подвижность фосфатов почвы и доступность их растениям, при этом положительное действие извести продолжается много лет.

Снижение токсичности Al, Fe и других металлов при известковании и внесении фосфорных удобрений обусловлено связыванием их в почве фосфат-ионами, а также присутствием кальция, содержащегося в большинстве фосфорных удобрений.

Известкование заметно снижает подвижность, а, следовательно, и доступность растениям практически всех микроэлементов, кроме молибдена. Особенно важно на произвесткованных торфяно-болотных почвах внесение медных удобрений, которые обеспечивают значительную прибавку урожая овощных и кормовых культур. Данная рекомендация тоже может быть принята к сведению для повышения плодородия исследуемых почв.

Необходимо учитывать, что известкование почв, бедных бором, негативно сказывается на урожайности и заболеваемости растений. Поэтому пренебрегать внесением борных удобрений при известковании тоже не следует.

Для получения высоких и устойчивых урожаев необходимо одновременно воздействовать на все факторы жизни растений. Ни один из факторов не может быть заменен другим. Важно выявить фактор, находящийся в минимуме или в избытке. В дальневосточной лесотундре особое значение приобретают применение удобрений и известкование, что подтверждается нашими наблюдениями.

Тундровые почвы при сельскохозяйственном использовании быстро выпахиваются и нуждаются в удобрениях. Опытными станциями установлено, что наилучшие результаты достигаются при совместном использовании минеральных удобрений с органическими. В данном случае целесообразно совместное внесение комплексных минеральных удобрений и навоза либо вермикомпоста. Транспортировка удобрений является здесь сложной задачей, поэтому вермикомпосты – это хорошая альтернатива дорогостоящим минеральным удобрениям: дозы внесения вермикомпостов в 10 раз ниже традиционных органических удобрений, они повышают биологическую активность почв, улучшают гранулометрический состав и другие агрономические характеристики, содержат большое количество питательных элементов. Внедрение вермитехнологии позволит решить проблему удобрительных ресурсов в регионе, увеличить плодородие почв и повысить урожайность растений.

Литература

1. География Камчатской области: учеб. пособие / под ред. В.И. Волкова. – Петропавловск-Камчатский: Дальневосточное кн. изд-во, 1994. – 143 с.
2. Советский Союз. Географическое описание: в 22-х т. / отв. ред. А.Б. Марголин. – М.: Мысль, 1971. – 397 с.
3. Рытхэу, Ю.С. У оленьего озера: повесть / Ю.С. Рытхэу. – 1988.
4. Огород на кислых почвах [Электронный ресурс] // Хозяйство. – 2013. – №8 (734). – URL: hozvo.ru/news/vegetable_garden.
5. Кислые почвы [Электронный ресурс] // Комнатные и садовые растения. – 2015. – №70 (170). – URL: belboh.com/earth/152-soilcid.html.

АНТРОПОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА

В.И. Циммерман

Научный руководитель – д-р биол. наук, профессор С.Э. Бадмаева

Поступления в атмосферу различных газов, водяного пара и твердых частиц ведут к пагубному влиянию на жизнедеятельность живых организмов и здоровье человека.

В процессе взаимодействия общества и природы осуществляется обмен веществ между производственной и природной средами. Вывод из системы антропогенного обмена в природу отходов, отбросов и использованных изделий называется загрязнением окружающей среды [3].

Примерно 10 % загрязнителей попадает в атмосферу вследствие таких природных процессов, как вулканические извержения (выбросы пепла, распыленных кислот, в том числе серной и множество ядовитых газов), брызги морской воды, разлагающиеся растительные и животные остатки, лесные пожары, пыльные бури. Деревья и кустарники выделяют много органических соединений – ЛОС. Присутствующие в воздухе микроорганизмы (пыльца, плесневые грибы, вирусы) вызывают у людей приступы аллергии и инфекционные заболевания. Более 90 % загрязнителей имеют антропогенное происхождение. Источниками первичных загрязняющих веществ являются сжигание ископаемого топлива на электростанциях и в двигателях автомобилей. А также производственные процессы, не связанные со сжиганием

топлива, но приводящие к запылению атмосферы (эрозия почв, добыча угля открытым способом), взрывные работы, стыки труб на нефтеперегонных и химических заводах и из реакторов, хранение твердых отходов и другие источники. Некоторые из них вступают в химические реакции с другими загрязнителями или с основными компонентами воздуха (кислородом, азотом и водяным паром), образуя вторичные загрязняющие вещества. В результате наблюдаются такие явления, как фотохимический смог, кислотные дожди и т.д. Вторичные загрязнители – содержащиеся в атмосфере фотохимические окислители и кислоты – представляют главную опасность для здоровья человека и глобальных изменений окружающей среды [1].

Цель исследования – экологический мониторинг состояния уровня антропогенного воздействия на воздушную среду города Красноярска.

Объект и методы исследования. Объектом исследования является воздушная среда крупного промышленного города (на примере г. Красноярска). В качестве основного метода исследования используется экологический мониторинг окружающей среды [3, 4].

Результаты исследования и их обсуждение. Особенностью города является то, что в нем неуклонно возрастает дифференциация концентраций загрязнения в различных районах. Периферийные районы, как правило, имеют невысокий уровень концентрации загрязнения. В зонах крупных промышленных предприятий она резко увеличивается. И, как ни странно, увеличение уровня концентрации отмечается в центральных районах промышленных крупных городов. Это объясняется тем, что в центральных районах атмосферный воздух обычно на несколько градусов выше, чем в периферийных, а это приводит к появлению над центром городов восходящих воздушных потоков, засасывающих загрязненный воздух из промышленных районов. А также интенсивным движением автотранспорта.

Антропогенные источники, обеспечивающие основной объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на территории г. Красноярска, образуют три группы:

1. Предприятия металлургического производства и производства металлических изделий – ОАО «РУСАЛ Красноярск»; предприятия теплоэнергетики – ТЭЦ 1, ТЭЦ 2 и ТЭЦ 3.

2. Автотранспорт.

3. Прочие источники (эрозия почв, добыча угля открытым способом, взрывные работы, стыки труб на нефтеперегонных и химических заводах, из реакторов, хранение твердых отходов и другие).

Красноярск – крупнейший экономический и культурный центр Восточной Сибири и относится к регионам с высокой антропогенной нагрузкой. Промышленные предприятия разбросаны по всему городу. Размещение в городе крупных объектов энергетики, предприятий химической и металлургической промышленности обуславливают уровень атмосферного загрязнения. И, несмотря на наметившуюся тенденцию к снижению валового выброса вредных веществ, уровень загрязнения атмосферного воздуха по ряду ингредиентов продолжает оставаться высоким.

Объем выбросов основных групп загрязняющих веществ в пределах г. Красноярска представлен в таблице. Ее анализ показывает, что выбросы предприятий производства и распределения электроэнергии составляют 22 %. Выбросы предприятий теплоэнергетики неуклонно увеличиваются от 151,2 тыс. т (2009 г.) до 194,5 (2014 г.). Эти выбросы зависят от особенностей зимней температуры. В холодные зимы величины антропогенных выбросов в атмосферу увеличиваются.

По данным таблицы видно, что в 2014 г. на 4.9 % уменьшились суммарные выбросы КраЗа. По сравнению с 2010 г. их объем уменьшился с 136,4 тыс. т (2009 г.) до 114,1 тыс. т (2014 г.) [5]. Неуклонно увеличивается объем выбросов автотранспорта: 157,7 тыс. т (2008 г.) и 348,3 тыс. т (2014 г.), видимо за счет увеличения транспортных единиц. По данным государственной статистической отчетности, состав выбрасываемых загрязняющих веществ от стационарных источников за последние 5 лет не изменился. Перечень ведущих предприятий, основных химических загрязнителей атмосферного воздуха города Красноярска в течение последних 5 лет остается неизменным и включает преимущественно предприятия цветной металлургии и теплоэнергетики: ОАО «РУСАЛ Красноярск», ООАТ «Красноярская ГРЭС–2», Красноярская ТЭЦ–1, Красноярская ТЭЦ–2, Красноярская ТЭЦ–3.

Объем выбросов основных источников антропогенного загрязнения в г. Красноярске, тыс. т

Группа предприятий	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2013 г.	2014 г.
ОАО «РУСАЛ Красноярск»	103,4	136,4	120,0	115,4	114,1

ГРЭСы и ТЭЦы	155,0	151,2	163,8	188,9	194,5
Автотранспорт	157,7	167,8	295,3	326,4	348,3
Прочие источники	180,7	173,2	203,1	215,2	225,4
Итого	596,8	628,6	782,2	845,9	882,3

Загрязнение окружающей среды химическими веществами оказывает определенное влияние на здоровье населения, обуславливая распространение экологически зависимых заболеваний. Для определения влияния на здоровье населения ингредиентов химической природы, загрязняющих атмосферный воздух, использованы среднегодовые концентрации за 2008–2014 гг. по данным Красноярского территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу загрязнения окружающей среды (Среднесибирское УГМС).

По отношению к предельно допустимым концентрациям (ПДК) в г. Красноярске наблюдается превышение взвешенных частиц (3,0 ПДК), формальдегида (2,23 ПДК), бенз(а)пирена (5,9 ПДК), сероуглерода (1,1 ПДК), фтористого водорода (5,5 ПДК).

Литература

1. Бадмаева, С.Э. Антропогенное загрязнение атмосферного воздуха городов Красноярского края / Бадмаева С.Э., В.И. Циммерман // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 2. – С. 27–32.
2. Грушко, Я.М. Вредные органические соединения в промышленных выбросах в атмосферу / Я.М. Грушко. – Л.: Химия, 1991. – 228 с.
3. Демиденко, Г.А. Мониторинг окружающей среды: учеб. пособие / Г.А. Демиденко, Н.В. Фомина. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2013. – 153 с.
4. РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы». – М., 1991. – 76 с.

ПРОДУКТИВНОСТЬ АГРОЦЕНОЗОВ

ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМЫХ КУЛЬТУР В ЗАО «БЕРЕЗОВСКОЕ» КУРАГИНСКОГО РАЙОНА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АЗОТНЫХ ПОДКОРМОК

М.Е. Турчанов

В Восточной Сибири озимая рожь издавна являлась важной продовольственной культурой [3]. Так, в 1920 г. под этой культурой здесь было занято 371,4 тыс. десятин (405,0 тыс. га) пашни, в том числе в Енисейской губернии (ныне территория Красноярского края) – 114,3 тыс. десятин (124,6 тыс. га), бывшей Иркутской губернии (Иркутской области) – 99,0 тыс. десятин (107,9 тыс. га). За длительный период возделывания в Красноярском крае или его территориальных границах площади посева озимых культур имели сложную динамику [6].

Для Красноярского края озимые культуры, обладая рядом преимуществ перед яровыми зерновыми, играют большую роль в увеличении производства зерна. Исследования последних лет с целью разработки новых технологий производства и переработки зерна ржи для использования в хлебопекарной промышленности, на кормовые и технические цели, а также имеющиеся результаты позволили отнести озимую рожь к важнейшей национальной и стратегической культуре Российской Федерации [7]. Это универсальное растение, используемое для пищевых и кормовых целей. Широкое применение зерна ржи в пищевых целях объясняется высоким содержанием в нем полноценных белков, углеводов и витаминов. Российский национальный хлеб – это ржаной хлеб из муки грубого помола, на заквасках, кладезь полноценного питания. Ценность ржи как кормовой культуры, определяется тем, что она дает ранний высококачественный зеленый корм. Зеленая масса озимой ржи – первый весенний зеленый корм для животных. Перечень полезных свойств озимых культур можно еще долго перечислять, так как их очень много.

Вопросы агротехники при возделывании озимых культур являются более решенными [1]. В то же время большой научный и практический интерес представляет изучение уровня минерального питания и его регулирования для повышения устойчивости озимых, увеличения урожайности и улучшения качества продукции. Необходимо соблюдать, наряду с агротехническими мероприятиями, обязательное внесение удобрений, которые повышают устойчивость к низким температурам, помогают получать стабильно высокие урожаи, улучшают качество продукции. Особое значение имеет регулирование азотного питания озимых культур. Необходимость азотных подкормок этих культур, т. е. корректировка азотного питания растений, устанавливается по данным тканевой диагностики в течение вегетации [5].

Для южных районов Красноярского края, в том числе для землепользования ЗАО «Березовское», которое расположено в северо-западной части Курагинского района, входящего в Южно-Минусинский природный округ, возделывание озимых культур осложняется метеорологическими условиями [2]. В то же время на ближайшую перспективу площади озимой ржи в хозяйстве будут увеличиваться в связи с развитием животноводства и пуска в эксплуатацию комбикормовых заводов. Довольно высокой и стабильной продуктивностью в условиях зоны исследований отличается озимая рожь, урожайность которой колеблется по годам от 28 до 30 ц/га.

Цель исследований – выявить потребность в азотной подкормке по тканевой диагностике растений и установить ее влияние на продуктивность и качество продукции озимых культур.

Исследования проводились в ЗАО «Березовское» Курагинского района на производственных посевах озимой ржи следующих сортов: Енисейка, Тетра короткостебельная, Несортовая и тритикале (гибрид озимой ржи и озимой пшеницы). В условиях дефицита семян озимой ржи новой селекции Енисейка имеет очень большое распространение в хозяйствах Южно-Минусинской зоны. По этой же причине хозяйство не отказалось от посевов хорошей по продуктивности озимой ржи Несортовая, а также Тетры. Посевы названных озимых культур изолированы друг от друга, но находятся в совершенно идентичных условиях выращивания по рельефу местности и по типу почвы. Поиски путей повышения урожайности и качества продукции этих культур остается по-прежнему актуальными.

Нами обобщены результаты учета урожайности и определения элементов структуры урожая озимых культур при проведении азотной подкормки в 2013 г. Опыты закладывались в пятикратной повторности с площадью каждой делянки 100 м^2 и включали вариант без удобрений и с ранневесенней подкормкой аммиачной селитрой. Норма высева озимых культур составила 6 млн всхожих зерен на га. Аммонийную селитру вносили вразброс на поверхность почвы под боронование.

Дозу азотного удобрения для подкормки рассчитывали по результатам тканевой диагностики, проведенной после перезимовки озимых культур в фазу полного кущения. Средняя рекомендованная доза азотных удобрений для подкормок 30 кг д.в./га. С учетом поправочного коэффициента на обеспеченность азотом фактические дозы удобрений были увеличены и составили под сорта озимой ржи

Енисейка и Тетра 48 кг д. в. /га. Посевы тритикале и Несортовой озимой ржи по тканевой диагностике не нуждались в азотных подкормках, поэтому они не проводились.

Определяли следующие элементы структуры урожая: число колосков, зерен в колосе, массу 1000 семян. Провели учет биологической и хозяйственной урожайности озимых культур в опытных и производственных посевах. Химический анализ муки из зерна озимых культур и определение валовых форм азота, фосфора, калия проводили согласно ГОСТ 13496.4-93, ГОСТ 26657-97, ГОСТ 30504-97.

В результате тканевой диагностики 11.05.2013 г. в фазу полного кущения было установлено, что максимальное количество баллов (5,3) содержания азота обнаружено в посевах Несортовой (местной) озимой ржи и тритикале (5,9), что следует из таблицы 1. У озимой ржи других сортов балл обеспеченности азотом составлял от 3,6 до 3,7 (среднее из 100 определений). Озимая рожь имеет растянутый период вегетации, особенно от фазы кущения до выхода в трубку. Поэтому тканевая диагностика, проведенная в фазу начала выхода в трубку (25.05.13), также подтвердила низкую обеспеченность азотом растений озимой ржи сорта Енисейка и Тетра.

Таблица 1 – Балл обеспеченности элементами питания по тканевой диагностике (ср. из 100 опр.)

Культура, сорт	11.05.13 г.			25.05.13 г.		
	N	P	K	N	P	K
Тетра короткая	3,7	1,4	5,7	3,0	0,3	1,2
Енисейка	3,6	0,7	5,7	2,8	0,3	0,4
Несортовая	5,3	0,1	5,9	4,0	0,4	0,5
Тритикале	5,9	1,9	6,0	4,0	0,4	0,4

При анализе растений 25.05.2013 г. в фазу полного кущения – начала выхода в трубку – обнаружено снижение обеспеченности растений азотом. При этом балл по содержанию азота у Несортовой озимой ржи и тритикале составил 4, а у Тетры короткой и Енисейки резко снизился до 2,8–3,0, что свидетельствовало о необходимости проведения здесь подкормки азотными удобрениями.

Результаты определения элементов структуры урожая и учета урожайности представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Элементы структуры урожая и урожайность озимых культур в 2013 г (ср. из 5 повт.)

Культура, сорт	Вариант	Число колосков, шт.	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 семян, г	Урожайность, ц/га	
					Биологическая	Хозяйственная
Енисейка	Без удобрений	55,8	43,5	28	21,6	20
	Аммонийная селитра	57,9	49,2	30	25,6	23
Тетра	Без удобрений	16,9	23,3	42	24,8	22
	Аммонийная селитра	20,2	31,5	46	26,9	25
Несортовая	Без удобрений	53,0	46,8	38	38,8	35
Тритикале	Без удобрений	28,4	41,7	48	35,5	32
				НСР ₀₅	1,5	

Наиболее урожайными оказались растения озимой ржи Несортовая за счет числа зерен в колосе и числа колосков. Несмотря на меньшую массу 1000 семян, эта культура по сравнению с другими дала максимальную величину урожайности даже без проведения азотной подкормки. Биологический потенциал Несортовой озимой ржи максимальный, что отражается в высоких величинах биологической и хозяйственной урожайности. По биологической урожайности тритикале занимает второе место за счет самой высокой массы 1000 семян.

Несмотря на меньшую озерненность колоса, озимая рожь Тетра оказалась более продуктивной по сравнению с Енисейкой. Это связано, по-видимому, с большой массой 1000 семян у этой культуры по сравнению с другими сортами озимой ржи. Исключение составляет тритикале, показавшая максимальную полновесность зерна, что следует из таблицы 2.

Проведение подкормок аммонийной селитрой двух сортов озимой ржи положительно повлияло на формирование элементов структуры урожая и конечной продуктивности растений. Прибавка урожая у сорта Енисейка по сравнению с контролем составила 5ц/га, а у сорта Тетра – 2,1 ц/га при НСР₀₅ равным 1,5 ц/га и является достоверной.

Анализ муки из озимых культур на определение валовых элементов питания (азота, фосфора и калия) свидетельствует, что по содержанию валового азота зерно озимой ржи Несортовая превосходит другие культуры и даже превышает варианты, удобренные аммонийной селитрой. В то же время содержание валового фосфора и калия в зерне этой культуры минимальное, что не может не сказаться на общем качестве продукции.

Характерно, что подкормки аммонийной селитрой несущественно повлияли на повышение содержания элементов питания в муке озимой ржи сорта Енисейка. Более сильное влияние на химический состав зерна по сравнению с контролем оказала подкормка азотным удобрением озимой ржи сорта Тетра. Здесь отмечено увеличение всех элементов питания, особенно азота и фосфора, по сравнению с не удобренным вариантом (табл. 3).

В целом, оценивая химический состав зерна озимых культур, можно сказать, что по содержанию основных элементов питания он приближается к яровой пшенице. Однако азота содержится меньше, за исключением Несортовой озимой ржи, но больше всех присутствует калий. Это свидетельствует о несколько меньшей белковости зерна и довольно высоком уровне клетчатки в зерне озимых культур.

**Таблица 3 – Химический состав зерна озимых культур в 2013 г.
(ср. из 5 повт.)**

Культура	Вариант	Содержание валовых, %		
		Азот	Фосфор	Калий
Енисейка	Без удобрений	2,036	0,285	0,456
	Аммонийная селитра	2,060	0,280	0,477

Тетра	Без удобрений	1,359	0,325	0,523
	Аммонийная селитра	1,460	0,375	0,541
Несортовая	Без удобрений	2,165	0,215	0,404
Тритикале	Без удобрений	1,460	0,320	0,496

Таким образом, по комплексу показателей продуктивности культур и качества продукции приоритетное положение занимает озимая рожь Несортовая (местная). Затем идет тритикале и сорт озимой ржи Тетра с ранневесенней подкормкой аммонийной селитрой.

Литература

1. Акимова, О.И. Эффективность применения агротехнических приемов возделывания озимых зерновых культур в лесостепной и степной зонах Минусинской впадины / О.И. Акимова. – Абакан, 2006. – 210 с.
2. Ведров, Н.Г. Сибирское растениеводство / Н.Г. Ведров, В.Е. Дмитриев, А.Н. Халипский. – Красноярск, 2002. – 311 с.
3. Возделывание озимой ржи в Восточной Сибири: руководство. – Красноярск, 2012. – 122 с.
4. Дмитриев, В.Е. Растениеводство (частная методика преподавания) / В.Е. Дмитриев. – Красноярск, 2004. – 160 с.
5. Ермохин, Ю.И. Диагностика питания растений / Ю.И. Ермохин. – Омск: ОмГАУ, 1995. – 297 с.
6. Лисунова, С.И. Озимая рожь в Восточной Сибири / С.И. Лисунова. – Красноярск, 2013. – 173 с.
7. Сысуев, В.А. Комплексные научные исследования по озимой ржи – важнейшей национальной и стратегической зерновой культуре РФ / В.А. Сысуев // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 8–11.

ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПИТАТЕЛЬНОСТЬ ПРОСОВИДНЫХ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР

А.С. Аверьянов

Научный руководитель – канд. с.-х. наук, доцент А.Т. Аветисян

Еще Н.И. Вавилов в 1940 г. отметил, что решение вопросов кормопроизводства связано с использованием не только культурных кормовых растений, но и растений из дикой флоры. Актуальность данной проблемы не снята по сей день [2].

Основными факторами увеличения производства кормов на пашне в Красноярском крае являются повышение урожайности всех кормовых культур, возделывание наиболее продуктивных и экономически выгодных растений в данных условиях. Важным резервом увеличения производства кормов считается подбор и расширение посевных площадей наиболее продуктивных культур. Актуальными являются поиски создания агроценозов из наиболее продуктивных кормовых культур в специализированных севооборотах [4].

Сейчас большое значение приобретают организация адаптивного кормопроизводства, интродукция новых видов, которые наиболее полно используют биоклиматические ресурсы зоны, разработка ресурсосберегающих технологий, организация конвейерного производства кормов с включением нетрадиционных культур и с учетом экологически чистых физических и биологических факторов.

В Красноярском крае сортимент кормовых культур, богатых белками и витаминами весьма ограничен, а периодически повторяющиеся засушливые года резко снижают сборы кормов с высоким содержанием растительного белка. Заготавливаемые корма зачастую низкого качества, с высокой себестоимостью. Урожайность сена за последние годы не превышает 15–20 ц/га, зеленых кормов – 40–70 ц/га. Дефицит белка в кормах приводит к значительному их перерасходу на производство единицы животноводческой продукции и влечет за собой повышение ее себестоимости.

Почвенно-климатические условия Сибири, их разнообразие вызывает необходимость исследования каждого вида и сорта в конкретной зоне, так как реакция на изменение условий среды всегда различна. Условия региона обуславливают необходимость совершенствования элементов технологии возделывания как традиционных, так и нетрадиционных малоизученных кормовых культур, в том числе и в совместных посевах. Большую актуальность в настоящее время приобретают просовидные кормовые культуры, которые являются засу-

хоустойчивыми и солестойкими. Такие культуры, как суданская трава, просо кормовое, сорго сахарное, могар, чумиза, пайза и др. [4].

Таким образом, цель исследований – изучить и дать оценку продуктивности и питательности малоизученных для лесостепи однолетних, просовидных кормовых культур.

Полевые исследования проводились в 2012–2014 гг. на производственно-опытном участке кафедры растениеводства Красноярского ГАУ ГСХУ «Учхоза Миндерлинское» Сухобузимского района.

Объектом исследования служили: овес (сорт Сиг), суданская трава (сорт Новосибирская 84); пайза (сорт Эврика), сорго сахарное (сорт Кинельское4), просо (сорт Кинельское 92), амарант (сорт Багряный). Расположение делянок в опытах – рандомизированное, повторность – 4–6-кратная. Посевная площадь делянок – 12 м² (12 м х 1,0 м). Предшественником служили зерновые в зернопаропропашном севообороте. Агротехника в опыте – общепринятая, зональная для однолетних кормовых культур. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный, среднесуглинистый по гранулометрическому составу, окультуренный. По содержанию питательных веществ почва среднеобеспеченная, благоприятная для возделывания культур. Удобрения в опытах не применяли. Посев проводили в первой декаде июня, в чистых посевах.

Способ посева однолетних кормовых культур – рядовой, с помощью ССФК-7. Перед посевом проведена предпосевная обработка почвы: лущение в 2 следа (вдоль и поперек), культивация с одновременным боронованием (ЛДГ-10, КПС-3,6+БЗСС-1).

За вегетационный период культур проводили фенологические наблюдения и биометрические измерения растений по основным периодам роста и развития в соответствии с методическими указаниями ВНИИ кормовых культур (1983, 1986) и методике полевого опыта [5].

Учет урожая зеленой массы методом сплошной уборки по вариантам с последующим взвешиванием на механических весах. Из средних образцов растений были отобраны растительные образцы на химический и биохимический анализы зеленой массы.

Математическую обработку результатов опыта проводили на ВЦ Института агроэкологических технологии (ИАЭТ) Красноярского ГАУ с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ОДА).

Питательность корма и кормовую оценку определяли на основании данных, полученных ЦАЛ (Центральная аналитическая лаборатория) Красноярского ГАУ (Результаты испытаний № Н-416-Н-446, 17.10.2011), а также использовали, обобщали и сравнивали наши данные с данными (по питательной ценности кормов) разных научных учреждений [1, 6, 7, 8].



Просо кормовое, Кинельское 92

Данные по фенологическим наблюдениям и биометрические измерения 2012–2014 гг. показали, что на элементы продуктивности просовидных кормовых культур оказывают влияние в первую очередь погодные условия, а также биологические особенности самих растений (табл. 1).

Таблица 1 – Элементы продуктивности в зависимости от вида теплолюбивых кормовых культур, за 2012–2014 гг.

Культура	Количество всходов, млн.шт./га	Количество рас- тений при уборке млн.шт./га	Высота растений при уборке, см.	Количе- ство ли- стьев главного стебля, шт./1 раст.	Продуктив- ная кусти- стость, шт./1 раст.	Сохра- нившие- ся расте- ния, %
Овес, Сиг (кон- троль)	2,46	2,02	122	4	3	82,30
Пайза, Эврика	1,90	1,30	140	7	7	67,20
Суданка, Новоси- бирская 84	0,60	0,48	219	6	5	80,40
Сорго, Кинель- ское 4	0,72	0,50	223	7	3	70,70
Просо, Кинель- ское 92	0,98	0,80	129	6	4	80,70
Амарант, Багряный	1,50	1,27	168	22	15	85,30

Отмечено, что количество листьев главного стебля, высота растений, общая кустистость просовидных культур соответствуют показателям возделываемых в других регионах страны. Высота растений наибольшая у сорго сахарное, суданки, амарант, соответственно 223, 219 и 168 см, что на 1,4–1,8 раза выше, чем у овса. Выявлено, что овес, (сорта Сиг) в условиях 2012–2014 гг. высоту растений формирует наименьшую – 122 см.

Сопутствующие исследования 2012–2014 гг. (фенологические наблюдения, биометрические измерения) во время вегетации культур, учет и уборка урожая зеленой массы кормовых культур показали хорошую адаптивность малораспространенных, просовидных растений в условиях лесостепи. Во-первых, процент сохранившихся растений к уборке составил до 67,2–85,3%, во-вторых, высота растений составила до 223–122 см, количество листьев – до 4–22 штук (табл. 2).

Установлено, что в условиях лесостепи возделывание малораспространенных, просовидных кормовых культур (просо кормовое,

суданка, сорго сахарное, пайза, овес, амарант) на зеленую массу целесообразнее и имеют хорошую перспективность. Они формируют достаточно высокий травостой.

Таблица 2 – Урожайность зеленой массы однолетних кормовых культур за 2012–2014 гг.

Вариант	Год исследования			
	2012	2013	2014	Среднее
Овес, Сиг(контроль)	282,3	289,7	463,0	345,0
Пайза, Эврика	384,1	462,2	751,5	532,6
Суданка, Новосибирская 84	353,4	366,4	413,5	377,8
Сорго, Кинельское 4	406,4	323,2	822,1	517,2
Просо, Кинельское 92	220,8	223,2	462,2	302,1
Амарант, Багряный	197,5	220,4	630,1	349,3
НСР _{0,5} , ц/га	41,8	44,0	66,6	

Наши исследования показали, что малораспространенные просовидные кормовые культуры в лесостепи обеспечивают высокую продуктивность зеленой и сухой массы. Они формируют на 1,5–1,1 раза больше зеленой массы, чем овес, за исключением амаранта и проса. Наибольший урожай зеленой массы отмечен у пайзы и сорго сахарное – до 532,6–517,2 ц/га. Сбор сухой массы составил соответственно 101–85,8 ц/га; овес – 79,3; суданка – 90,6; просо – 60,4 и амарант – 70,2 (табл. 3).

Таблица 3 – Урожайность видов просовидных кормовых культур за 2012–2014 гг.

Вариант	Средняя урожайность зеленой массы, ц/га	Прибавка зеленой массы, ц/га	Сухая масса, ц/га	% к контролю сухой массы
Овес, Сиг(контроль)	345,0	0	79,3	100
Пайза, Эврика	532,6	187,6	101,2	128
Суданка, Новосибирская 84	377,8	32,8	90,6	114
Сорго, Кинельское 4	517,2	172,2	85,8	108
Просо, Кинельское 92	302,1	-42,9	60,4	76
Амарант, Багряный	349,3	4,3	70,2	89

Математически достоверную прибавку урожая зеленой массы обеспечивали пайза, сорго сахарное, суданка и амарант в сравнении с

контролем. Прибавка урожая при этом составила соответственно 187,6, 172,2, 32,8 и 4,3 ц/га. Математически верны оказались все варианты в опыте, кроме проса.

Таким образом, анализируя данные таблиц 1–3, можно отметить, что исследуемые нами просовидные кормовые культуры в условиях лесостепи Красноярского края имеют хорошую адаптивность и формируют высокие урожаи как зеленой, так и сухой массы. В условиях засушливых 2012–2014 гг. такие культуры, как пайза, сорго сахарное, суданская трава и амарант обеспечили довольно высокую урожайность зеленой массы – до 532,6–349,3 ц/га.

Химический анализ питательности и определение кормовой ценности малораспространенных просовидных кормовых культур в лесостепи показали высокое качество зеленой массы растений (табл. 4).

Таблица 4 – Сравнительная и питательная оценка однолетних кормовых культур за 2012–2014 гг.

Вариант в опыте	Сбор с урожая, ц/га (среднее за 3 года)		Выход энергии с урожаем, ГДж/га	В 1 кг натурального корма		
	КЕ	ПП		КЕ	ПП,г	ОЭ,МДж
Овес, Сиг (контроль)	72,4	7,2	69,0	0,21	14,0	8,7
Пайза, Эврика	74,6	7,5	89,1	0,14	16,0	8,8
Суданка, Новосибирская 84	68,0	6,4	81,5	0,18	17,0	9,0
Сорго, Кинельское 4	98,3	8,3	86,7	0,19	16,0	10,1
Просо, Кинельское 92	42,3	6,0	55,6	0,21	20,0	9,2
Амарант, Багряный	48,9	9,1	74,4	0,14	26,0	10,6

Результаты исследований показали, что продуктивность нетрадиционных однолетних трав зависела от биологических особенностей вида культур. Сбор кормовых единиц зависел от урожайности и содержания питательных веществ в зеленой массе (табл. 3, 4).

Отмечено, что наибольший выход кормовых единиц обеспечили сорго сахарное, овес, пайза и суданка – 98,3, 72,4, 74,6, 68,0. Тогда как просо и амарант только 42,3 и 48,9 ц/га. По выходу переваривае-

мого протеина хорошие показатели отмечены у амаранта, сорго и пайзы – 9,1, 8,3, 7,5 против 7,2 на контроле (табл. 4).

Расчеты по определению продуктивности обменной энергии, биоэнергетическая оценка малораспространенных просовидных культур для лесостепи Красноярского края показали, что сравнительно наибольший выход полезной энергии с урожаем сухого вещества получен от возделывания пайзы – 89,1 ГДж/га. Затем по величине идут сорго – 86,7; суданка – 81,5; амарант – 74,4; овес – 69,0 и просо – 55,6 ГДж/га.

Таким образом, высокопитательный и качественный корм при возделывании просовидных кормовых культур в лесостепи формируется у овса (Сиг), пайзы (Эврика), суданки (Новосибирская 84), сорго сахарное (Кинельское 4), просо (Кинельское 92) и амаранта (Багряный).

На основании проведенных в 2012–2014 гг. полевых опытов можно сделать выводы о том, что просовидные малораспространенные для лесостепи кормовые культуры в наших исследованиях показали хорошую адаптивность. Засушливые условия этих лет существенно повлияли на показатели элементов продуктивности. Высота надземной части растений достигала до 223–122 см, количество листьев главного стебля составила до 4–22 шт. Выявлено, что просовидные кормовые культуры на корм формируют высокую продуктивность зеленой и сухой массы – 532,6–349,3 ц/га и 101,2 – 70,2 ц/га. Математически достоверная прибавка урожая зеленой массы выявлена у всех изучаемых культур – до 532,6–349,3 ц/га в сравнении с овсом, за исключением проса. Отмечено, что наибольший сбор кормовых единиц и переваримого протеина формируют овес – 72,4 и 7,2, пайза – 74,6 и 7,5, суданка – 68,0 и 6,4, сорго сахарное – 98,3 и 8,3 ц/га. Амарант же, имея низкий сбор кормовых единиц, содержит наибольшее количество переваримого протеина – 9,1 ц/га. Установлено, что наибольший выход полезной энергии с урожаем в условиях 2012–2014 гг. формировали пайза (Эврика) – 89,1 ГДж/га, затем сорго сахарное (Кинельское 4) – 86,7, суданка (Новосибирская 84) – 81,5, амарант (Багряный) – 74,4, овес (Сиг) – 69,0 и просо (Кинельское 92) – 55,6 ГДж/га.

Литература

1. Аветисян, А.Т. Интенсификация кормопроизводства на основе адаптивности кормовых культур в Красноярском крае / А.Т. Аветисян [и др.]. – Красноярск: ООО «Енисей-Знак», 2010. – 152 с.
2. Вавилов, П.П. Полевые сельскохозяйственные культуры СССР / П.П. Вавилов, Л.П. Балышев. – М.: Колос, 1984. – 160 с.
3. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. ВНИИ кормов им. Вильямса. – М., 1983. – 196 с.
4. Гончаров, П.Л. Кормовые культуры Сибири: Биолого-ботанические основы возделывания / П.Л. Гончаров. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1992. – 264 с.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 335 с.
6. Кормовые рационы и нормы кормления для сельскохозяйственных животных / под ред. М.Ф. Томмэ. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 384 с.
7. Майборода, Н.М. Программирование урожайности полевых культур / Н.М. Майборода, Л.В. Тупикова, Л.П. Столяр [и др.]. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2000. – 68 с.
8. Романенко, Г.А. Кормовые растения России / Г.А. Романенко, А.И. Тютюнников, П.Л. Гончаров. – М.: ЦИ-НАО. – 370 с.

ВЛИЯНИЕ ВИДОВ И СРОКОВ ПОСЕВА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПИТАТЕЛЬНОСТЬ СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ

Д.Ю. Кузнецов

Научный руководитель – канд. с.-х. наук, доцент А.Т. Аветисян

В настоящее время первостепенное значение приобретают организация адаптивного кормопроизводства на основе высокопродуктивных растений путем подбора культур и интродукции новых видов, которые наиболее полно используют биоклиматические ресурсы зоны, разработка ресурсосберегающих технологий, организация конвейерного производства кормов с включением экологически чистых физических и биологических факторов [1].

Возделывание однолетних трав должно сопровождаться обязательным совершенствованием их видового состава и существенным

повышением урожайности. Современный уровень продуктивности ставит эту группу в разряд неэффективные. Эффективность культуры однолетних трав может быть существенно повышена за счет широкого освоения смешанных посевов бобовых и мятликовых культур, которые более продуктивны и устойчивы [2].

Однолетние травы, являясь – как и многолетние – культурами универсального назначения, могут использоваться для производства различных кормов, но вместе с тем сильно различаются по своей технологичности. Горохо- и викоовсяные, горохо-ячменные смеси мало пригодны для заготовки высококачественного сена, но представляют прекрасное сырье для производства сенажа и искусственно обезвоженных кормов. Суданка, просо, могар, чумиза дают высококачественное сено и сенаж. Последний лучше заготавливать из смесей этих культур с бобовыми растениями, а сено – из одновидовых посевов [1, 2].

Таким образом, цель данных исследований заключается в оценке продуктивности и питательности новых смешанных посевов на зеленую массу.

Задачи исследований:

- ✓ дать оценку продуктивности смешанных посевов кормовых культур на зеленую массу для лесостепи;
- ✓ определить кормовую ценность и питательность смешанных посевов;
- ✓ дать биоэнергетическую оценку возделывания смешанных кормовых культур на корм.

Положительным аспектом данных кормовых культур является, во-первых, хорошая семенная продуктивность, а также высокий коэффициент размножения. Это крайне важно для культивирования их в производстве – позволит организовать семеноводство на месте.

Полевые исследования проводились в 2012–2014 гг. на производственно-опытном участке кафедры растениеводства Красноярского ГАУ ГСХУ «Учхоз Миндерлинское» Сухобузимского района.

Объектом исследования служили: овес (сорт Сиг), суданская трава (сорт Новосибирская-84), пайза (сорт Эврика), сорго сахарное (сорт Кинельское-4), вика (сорт Улучшенная), пелюшка (сорт Новосибирская 1), кормовые бобы, редька масличная (сорт Тамбовчанка), кукуруза (сорт

Delitop). Расположение делянок в опытах – рандомизированное, повторность – 4–6-кратная. Посевная площадь делянок – 12 м² (12 × 1,0 м). Предшественником служили зерновые в зернопаропропашном севообороте. Агротехника в опыте – общепринятая, зональная для однолетних кормовых культур. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный, среднесуглинистый по гранулометрическому составу, окультуренный. По содержанию питательных веществ почва средне-, ниже среднеобеспеченная, благоприятная для возделывания культур. Удобрения в опытах не применялись. Посев проводили в первой декаде июня, в чистых посевах.

Способ посева однолетних кормовых культур – рядовой, с помощью ССФК-7. Перед посевом проведена предпосевная обработка почвы: лушение в 2 следа (вдоль и поперек), культивация с одновременным боронованием (ЛДГ-10, КПС-3,6,БЗСС-1).

За вегетационный период культур проводили фенологические наблюдения и биометрические измерения растений по основным периодам роста и развития в соответствии с методическими указаниями ВНИИ кормовых культур (1983, 1986) и методике полевого опыта [5].

Учет урожая зеленой массы методом сплошной уборки по вариантам с последующим взвешиванием на механических весах. Из средних образцов растений были отобраны растительные образцы на химический и биохимический анализы зеленой массы.

Математическую обработку результатов опыта проводили на ВЦ Института агроэкологических технологии (ИАЭТ) Красноярского ГАУ с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ОДА).

Питательность корма и кормовую оценку определяли на основании данных, полученных ЦАЛ (Центральная аналитическая лаборатория) Красноярского ГАУ (Результаты испытаний № Н-416-Н-446, 17.10.2011), а также использовали, обобщали и сравнивали наши данные с данными (по питательной ценности кормов) разных научных учреждений [1, 6, 7, 8].

Научно-исследовательские работы по изучению и адаптации малораспространенных смешанных посевов кормовых культур показали перспективность их возделывания в лесостепи Красноярского края.



Рисунок 1 – Посевы кормовых культур: кукуруза + бобы (50+50%)

В среднем продуктивность зеленой массы составила за 1-й срок по годам 309,9, а за 2-й – 297,3 ц/га (табл. 1). Высокие урожаи корма обеспечивают смешанные посевы кукуруза + бобы (50+50%), а также сорго + бобы (40+50%) по сравнению с контролем – овес + вика (40+50%). Установлено, что второй срок посева культур по продуктивности и питательности уступает первому в незначительной степени, в пределах ошибки.

Математически достоверными прибавками урожая зеленой массы трав обеспечивали в целом варианты: кукуруза + бобы (50+50%) и сорго + бобы (40+50%) 1-го и 2-го сроков. Данные варианты на 569,5–625,5 ц/га больше формировали зеленой массы, чем контрольный вариант – овес + вика (40+50%) (табл. 1).



Рисунок 2 – Посевы кормовых культур сорго + бобы (40+50%)

Таблица 1 – Урожайность зеленой массы смешанных посевов кормовых культур в зависимости от элементов технологий в учхозе «Миндерлинское»

Вариант в опыте	Год, ц/га			Среднее
	2012	2013	2014	
1 срок посева				
1.Овес+вика(40+50%)-(к)	227,0	258,2	444,5	309,9
2.Пайза+пелюшка (40+50%)	417,2	504,8	513,5	478,5
3.Сорго+бобы (40+50%)	391,7	403,5	998,0	597,7
4.Суданка+редька (50+50%)	392,5	443,3	600,3	478,7
5.Пайза+редька (50+50%)	365,8	480,5	674,0	506,7
6.Кукуруза+бобы (50+50%)	563,3	661,3	1014,0	746,2
2 срок посева				
1.Овес+вика(40+50%)-(к)	215,1	251,0	426,0	297,3
2.Пайза+пелюшка (40+50%)	474,4	525,2	812,5	604,0
3.Сорго+бобы (40+50%)	397,2	591,1	1051,5	679,9
4.Суданка+редька (50+50%)	415,5	433,1	513,5	454,0
5.Пайза+редька (50+50%)	414,7	500,3	784,1	566,3
6.Кукуруза+бобы (50+50%)	466,0	678,1	570,8	571,6
НСР ₀₅ , ц/га А	40,3	43,8	61,2	
В	19,0	20,6	35,4	
AB	57,0	61,9	86,6	

Установлено, что за 3 года исследования малораспространенные смешанные посевы формировали стабильно высокие урожаи зеленой массы. Если посевы овес + вика (40+50%) обеспечивали в среднем 309,9, то кукуруза + бобы (50+50%) и сорго + бобы (40+50%) – 746,2–679,9 ц/га за 1-й и 2-й срок. Отмечено, что наибольший урожай составил посев кукуруза + бобы (50+50%) – до 746,2 ц/га.

Установлено, что бобовые компоненты имели хорошую совместимость в смешанных посевах с овсом, сорго сахарного, пайзой, кукурузой. Отмечено наименьшее количество сохранившихся растений перед уборкой у редьки масличной (72%) в совместных посевах с пайзой. Также было установлено, что наибольшее количество сохранившихся растений в совместных посевах пайзы (80-83%). Смешанные посевы суданка + редька (50+50%) имели наименьший показатель сохранившихся растений (74+75%). Такие посевы, как пайза + пелюшка (40+50%) и овес + вика (40+50%) показали наибольший процент сохранившихся растений (80+77%; 77+76%) 1-го и 2-го срока. В целом, смешанные посевы в соотношениях компонентов 40–50% от нормы высева обеспечивают высокую адаптивность в лесостепи Красноярского края. Они формируют достаточно высокую урожайность зеленой массы (табл. 2).

Таблица 2 – Элементы структуры урожая высокопродуктивных смешанных посевов кормовых культур в зависимости от вида растений и соотношения компонентов (среднее за 2012–2014 гг.)

Вариант в опыте	Срок посева	Количество всходов, млн.шт./га	Количество растений при уборке, млн.шт./га	Высота растений при уборке, см	Кол-во листьев главного стебля, шт./1 растение	Сохранившиеся растения, %	Продуктивная кустистость, шт./1 растение
Овес+вика (40+50%)-(к)	1	0,60+0,96	0,46+0,72	108+121	12+4	77+75	2+4
	2	0,68+1,32	0,52+1,00	110+135	17+3	77+76	2+3
Пайза+пелюшка (40+50%)	1	0,72+0,14	0,57+0,10	175+132	9+16	79+75	7+2
	2	0,40+0,24	0,32+0,18	160+120	7+15	80+77	9+3
Сорго+бобы (40+50%)	1	0,36+0,20	0,28+0,15	230+150	5+4	77+76	1+2
	2	0,49+0,20	0,38+0,15	240+135	6+15	78+75	2+2

Окончание табл. 2

Вариант в опыте	Срок посева	Количество всходов, млн.шт./га	Количество растений при уборке, млн.шт./га	Высота растений при уборке, см	Кол-во листьев главного стебля, шт./1 растение	Сохранявшиеся растения, %	Продуктивная кустистость, шт./1 растение
Суданка+редька (50+50%)	1	0,36+0,84	0,26+0,63	190+108	5+10	75+76	2+8
	2	0,44+0,80	0,32+0,60	165+125	5+15	74+75	2+10
Пайза+редька (50+50%)	1	0,74+0,57	0,61+0,41	145+135	8+15	78+74	9+6
	2	1,14+0,81	0,94+0,58	120+105	9+9	83+72	7+9
Кукуруза+бобы (50+50%)	1	0,12+0,20	0,09+0,14	236+125	12+17	77+73	1+2
	2	0,20+0,20	0,16+0,14	175+129	11+16	80+73	2+2

Наши исследования показали, что смешанные, бобово-злаковые и разнотравные кормовые посевы для лесостепи обеспечивают высокую продуктивность зеленой и сухой массы. Они формируют на 1,1–2,2 раза больше зеленой и 1,4–1,8 раза сухой, чем викоовсяная смесь. Наибольший урожай зеленой массы установлен у сорго с бобами, кукуруза с бобовыми компонентами – 679,9 и 746,2 ц/га. Сбор сухой массы составил при этом 121,0 и 104,4 ц/га. Они на 46...77% больше обеспечивают урожай сухой массы, чем контрольный вариант опыта 1-го и 2-го срока (табл. 3).

Таблица 3 – Сравнительная продуктивность поливидовых, смешанных кормовых культур за 2012–2014 г. (ГСХУ «Учхоз Миндерлинское»)

Вариант	Урожай зеленой массы, ц/га	Прибавка зеленой массы, ц/га	Сухая масса, ц/га	Процент к контролю сухой массы
1-й срок посева				
1. Овес+вика (40+50%)-(к)	309,9	0	71,2	100
2. Пайза+пелюшка (40+50%)	478,5	168,6	86,1	121
3. Сорго+бобы (40+50%)	597,7	287,8	106,3	149

Вариант	Урожай зеленой массы, ц/га	Прибавка зеленой массы, ц/га	Сухая масса, ц/га	Процент к контролю сухой массы
1-й срок посева				
4. Суданка+редька (50+50%)	478,7	168,8	77,0	108
5. Пайза+редька (50+50%)	506,7	196,8	86,1	121
6. Кукуруза+бобы (50+50%)	746,2	436,3	104,4	147
2-й срок посева				
1. Овес+вика (40+50%)-(к)	297,3	0	68,1	100
2. Пайза+пелюшка (40+50%)	604,0	306,7	108,1	159
3. Сорго+бобы (40+50%)	679,9	382,0	121,0	178
4. Суданка+редька (50+50%)	454,0	156,7	73,0	107
5. Пайза+редька (50+50%)	566,3	269,0	96,2	141
6. Кукуруза+бобы (50+50%)	571,6	274,3	80,0	117

Результаты исследований показали, что продуктивность смешанных однолетних трав зависела от соотношения компонента и биологических особенностей вида культур. Сбор кормовых единиц и переваримого протеина, содержание полезной энергии в урожае зависели от урожайности кормовой массы и содержания питательных веществ (табл. 3, 4).

Выявлено, что наибольший выход кормовых единиц получен у смешанных посевов – сорго с бобами, кукуруза с бобовыми компонентами, соответственно 113,5–129,2 и 104,4 ц/га 1-го и 2-го срока.

Расчеты по определению продуктивности обменной энергии, биоэнергетическая оценка смешанных кормовых культур показали, что наибольший выход энергии с урожаем получен от возделывания совместно сорго с бобами – 139,4 ГДж/га. Затем по величине идут кукуруза с бобами – 136,7, пайза с редькой – 126,0 ГДж/га. Смешанные посевы вика с овсом, редька и суданка обеспечивали до 65,7–115,8 ГДж/га 1-го и 2-го срока соответственно.

**Таблица 4 – Влияние элементов технологий возделывания
на кормовую оценку смешанных посевов за 2012–2014 гг.**

Вариант в опыте культур	Сбор с урожаем, ц/га (среднее за 3 года)			Выход энергии с урожа-ем, ГДж/га	В 1кг натураль-ного корма		
	Сухого вещества	КЕ	ПП		КЕ	ПП, г	ОЭ, МДж
1-й срок посева							
1. Овес+вика (40+50%)-(к)	68,5	55,7	7,4	65,7	0,18	24,0	9,6
2. Пайза+пелюшка (40+50%)	82,3	95,7	14,6	89,7	0,20	30,5	10,9
3. Сорго+бобы (40+50%)	113,5	113,5	14,0	123,7	0,19	23,5	10.9
4. Суданка+редька (50+50%)	84,7	76,6	10,4	85,5	0,16	21,8	10,1
5. Пайза+редька (50+50%)	104,4	70,9	14,7	115,8	0,14	29,0	11,1
6. Кукуруза+бобы (50+50%)	139,5	104,4	19,4	136,7	0,14	26,0	9,8
2-й срок посева							
1. Овес+вика (40+50%)-(к)	65,7	50,6	7,0	62,4	0,17	23,5	9,5
2. Пайза+пелюшка (40+50%)	103,8	114,7	17,4	110,0	0,19	28,8	10,6
3. Сорго+бобы (40+50%)	129,1	129,2	15,6	139,4	0,19	23,0	10,8
4. Суданка+редька (50+50%)	80,4	72,6	9,5	81,2	0,16	21,0	10,1
5. Пайза+редька (50+50%)	116,7	73,6	17,0	126,0	0,13	30,0	10,8
6. Кукуруза+бобы (50+50%)	106,3	80,0	14,8	104,2	0,14	26,0	9,8

На основании проведенных полевых опытов в период 2012–2014 гг. можно сделать следующее заключение: почти все изучаемые смешанные посевы в опыте показали хорошую адаптивность в лесостепи. Биологические особенности вида, соотношение компонента и июньские посевы смешанных кормовых культур, а также осадки поло-

вины лета существенно повлияли на показатели элементов продуктивности. Высота надземной части растений в кормовых смесях достигала до 225–246 см, количество листьев у мятликовых – 5–11, бобовых – до 22–23 и у капустных – до 22 штук. Выявлено, что разнородные смешанные посевы растений на корм формируют высокую продуктивность зеленой и сухой массы, соответственно 746,2–679,9 ц/га и 121,0–104,4 ц/га среднее по годам 1-го и 2-го срока. Математически достоверные прибавки урожая зеленой массы выявлены у всех изучаемых смесей – до 436,3–382,6 ц/га в сравнении с контролем. Сухой массы обеспечивают большинство из них на 77–46% больше, чем викоовсяной смеси. Выявлено, что дисперсионная связь между видами и сроками присутствует, поэтому рекомендуется продолжить данные исследования. Установлены наибольшие сборы кормовых единиц и переваримого протеина в урожае у вариантов кукурузы с бобовыми компонентами, сорго с бобами 104,4–129,2 и 15,6–19,4 ц/га. Содержание переваримого протеина в 1 корм. ед. обеспечили все изучаемые смешанные посевы.

Литература

1. Аветисян, А.Т. Интенсификация кормопроизводства на основе адаптивности кормовых культур в Красноярском крае / А.Т. Аветисян [и др.]. – Красноярск: ООО «Енисей-Знак», 2010. – 152 с.
2. Бенц, В.А. Полевое кормопроизводство в Сибири / В.А. Бенц, Н.И. Кашеваров, Г.А. Демарчук. – РАСХН Сиб. отд-ние СибНИИ кормов. – Новосибирск, 2001. – 240 с.
3. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: ВНИИ кормов им. Вильямса, 1983. – 196 с.
4. Гончаров, П.Л. Кормовые культуры Сибири: Биолого-ботанические основы возделывания / П.Л. Гончаров. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1992. – 264 с.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 335 с.
6. Томмэ, М.Ф. Кормовые рационы и нормы кормления для сельскохозяйственных животных / М.Ф. Томмэ. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 384 с.

7. Майборода, Н.М. Программирование урожайности полевых культур / Н.М. Майборода, Л.В. Тупикова, Л.П. Столяр [и др.]. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2000. – 68 с.

8. Романенко, Г.А. Кормовые растения России / Г.А. Романенко, А.И. Тютюнников, П.Л. Гончаров. – М.: ЦИ НАО. – 370 с.

ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДА ФАБИАН НА УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ СОИ В УСЛОВИЯХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

М.Г. Комлев

Научный руководитель – канд. с.-х. наук, доцент Д.Н. Ступницкий

В настоящее время в мировом земледелии большая часть посевных площадей зерновых бобовых культур отводится сое. Соевое зерно и его производные широко используются при производстве пищевых и кормовых продуктов, а также в технических целях. До недавнего времени в России основной зернобобовой культурой был горох, однако с интенсификацией животноводства и птицеводства остро встал вопрос обеспечения отрасли сбалансированным растительным белком. В этой связи отмечается ежегодное увеличение площадей, отводимых под сою. В Сибири, с ее ограниченным биоклиматическим потенциалом, рост площадей, занятых соей, идет крайне медленно, несмотря на наличие скороспелых сортов и обоснование элементов технологии их возделывания [2, 4, 5]. Причины этого кроются как в нестабильности урожайности культуры (например, в Красноярском крае средняя урожайность за период 2008–2012 гг. составила 0,6 т/га с колебаниями по годам от 0,2 до 1 т/га), так и в отсутствии постоянных связей между производителями, переработчиками и конечными потребителями сои. Кроме этого, требуется создание предприятий глубокой переработки соевого зерна, для чего нужны крупные инвестиции. Первую из обозначенных проблем возможно решить совершенствованием технологии возделывания культуры. Таким образом, цель работы – изучить влияние гербицида Фабиан на качество и урожайность семян в Красноярской лесостепи.

Материал и методика исследований. Работа выполнена в 2013–2014 гг. на базе Красноярского НИИСХ в селекционном севообороте лаборатории зернобобовых культур. Предшественник – картофель, основная обработка почвы – глубокое рыхление (15–17 см), весной выполнено ранневесеннее боронование и предпосевная культивация. Посев проведен в середине второй декады мая при прогревании почвы на глубине заделки семян до 8 °С сеялкой ССФК 7. Учетная площадь делянки – 15 м², повторность – трехкратная. В фазу двух листьев культуры проведена обработка посевов гербицидом Фабиан в дозе 100 г/га ручным опрыскивателем. Варианты без гербицида обрабатывались аналогичным количеством воды в те же сроки. В качестве контроля использованы делянки без внесения гербицида. Учет засоренности проводился в двух аналитических повторениях на площади 1 м² каждое по вариантам опыта. Изучены два сорта СибНИИК 315 и Заряница. Анализ посевных качеств семян проведен в лаборатории селекции зернобобовых культур Красноярского НИИСХ в рулонах по методике ГОСТА.

Почва опытных полей представлена обыкновенным среднесуглинистым тяжелосуглинистым черноземом, доля которого в структуре пашни более 24 %. Содержание гумуса – 4,8–5,9 %, Рн (сол.) – 6,1–6,2, сумма поглощенных оснований – 29–40,8 мг-экв./100 г почвы, обеспеченность фосфором (1,7–2,5 мг/100 г, по Мачигину) и калием (18–24 мг/100 г по Мачигину) от низкой до средней.

Для остепненной части Красноярской лесостепи, где выполнены исследования, характерна низкая облесенность, высокая распаханность агроландшафтов, напряженный ветровой режим, смещение летних осадков на вторую половину вегетации, их ливневый характер. При возделывании здесь сельскохозяйственных культур приоритетными направлениями в технологиях должны быть мероприятия, направленные на улучшение водного режима и защиту от дефляции.

Характер распределения осадков за вегетационный период 2013 г. можно назвать аномальным: избыточное увлажнение в мае на фоне низких среднесуточных температур способствовало затягиванию периода посев–всходы до 18 сут, благоприятствовало развитию корневых инфекций, что отрицательно сказалось на полноте всходов. Дефицит тепла в июне–августе и обильное выпадение осадков способствовали интенсивному развитию, росту вегетативной массы, задержали наступление цветения культуры, сместив налив и созревание зерна на неблагоприятную по теплообеспеченности вторую половину

августа и начало сентября. Рекордно низкие температуры в мае, первой декаде июня 2014 г. затагнули период появления всходов до 26 сут, полнота которых составила 50 % от числа высеванных всхожих зерен. В дальнейшем установилась теплая погода, продержавшаяся до конца августа. Дважды за лето наблюдались стихийные метеоявления: 20 июня выпала месячная норма осадков, порывы ветра достигали 34 м/сек, что привело к затоплению и частичной гибели растений. В третьей декаде июля выпал град, сопровождавшийся шквалистым ветром, частично повредивший листовой аппарат сои. Вегетация культуры закончилась 30 августа после заморозка, который привел к частичному повреждению зерна.

Результаты исследований. Фабиан – селективный двухкомпонентный гербицид, предназначенный для борьбы с однолетними и некоторыми многолетними злаковыми и двудольными сорняками в посевах сои. Действующее вещество имазетапир (450 г/кг) + хлоримурон-этил (150 г/кг) [1]. Применение данного препарата незначительно задержало начало цветения культуры (в среднем на двое суток) по сравнению с растениями в контроле. В дальнейшем разница в развитии нивелировалась в связи с угнетением сои на необработанных делянках сорняками. Об удлинении вегетационного периода сои под действием гербицида Пивот, действующее вещество которого имазетапир (100 г/л), сообщает В. Синеговская [3].

На продолжительность отдельных периодов и вегетации в целом существенно большее влияние оказали условия 2013 и 2014 гг., которые характеризуются как избыточно влажные. Однако, если в 2013 г. сумма активных температур соответствовала средней многолетней норме, то 2014 г. отличался дефицитом тепла, недобор суммы активных температур составил 75 °С по сравнению с многолетним значением, а на продолжительность периода прорастания решающее значение оказала температура первой декады июня. Если температуры в мае отличались незначительно, то в первой десятидневке июня 2014 г. было холоднее на 3 °С, чем в 2013 г. Это привело к задержке появления всходов до 26 сут при 18 сут в 2013 г. В дальнейшем установилась жаркая погода (среднесуточная температура – 20 °С). Это вызвало ускорение развития растений сои и наступление цветения на 4–6 сут раньше, чем в 2013 г. Для сравнения: массовое цветение сои в 2013 г. отмечено 14–16 июля при среднесуточной температуре 17,7 °С. Ускорение развития растений, сокращение продолжительности межфазных периодов привело к существенному снижению урожайности сои. Формированию неполноценного, некачественного зерна способ-

ствовало раннее наступление осенних заморозков (29 августа 2014 г.).
 Вегетационный период сои, в зависимости от сорта, составил 94–97 сут,
 что короче соответствующего показателя 2013 г. на 7–10 сут.

При обследовании участка сои установлено сильное развитие
 сегетальной растительности. Сегетальными называют растения, про-
 израстающие в агрофитоценозе против желания человека. Они со-
 здают на поле неблагоприятную для выращиваемой культуры обста-
 новку, снижая, тем самым, ее урожайность.

Размещение культуры в севообороте после картофеля во многом
 определяет уровень и тип засорения (табл. 1).

**Таблица 1 – Структура соевого агроценоза в период восковой
 спелости культуры (остепненная часть Красноярской лесостепи)**

Группа сорняков	Степень засоренности, балл (ЦИНАО)	
	Уровень засоренности, шт/м ²	
2013 г.		
Многолетние двудольные корнеотпрысковые	Безгербицидный фон	Гербицид Фабиан
	Высокий, 13 Сильная, 4	Средний, 3 Средняя, 3
Малолетние однодольные яровые	Очень высокий, 362 Очень сильная, 5	Низкий, 10 Слабая, 2
Малолетние двудольные яровые	Средний, 8 Средняя, 3	Низкий, 1 Слабая, 2
Растение основной культуры, шт/м ²		
СибНИИК 315	54	60
Заряница	31	37
2014 г.		
Многолетние двудольные корнеотпрысковые	Средний, 1 Средняя, 3	Не обнаружено
Малолетние однодольные яровые	Средний, 46 Средняя, 3	Очень низкий, 5 Очень слабая, 1
Малолетние двудольные яровые	Высокий, 27 Сильная, 4	Низкий, 5 Слабая, 2
Растение основной культуры, шт/м ²		
СибНИИК 315	17	19
Заряница	21	28

Поскольку картофель относится к пропашным, многие сорняки, прорастающие рано или одновременно со всходами культуры (овсюг, конопля, щирица), легко уничтожаются механическими обработками. С яровыми поздними сорняками ситуация обстоит иначе, они сохраняются после смыкания ботвы в гребне и обсеменяются, таким образом засоряя последующие культуры. В посевах сои на территории опытных полей Красноярского НИИСХ наибольшее распространение имеют следующие виды сорных растений: щетинники сизый и зеленый, просо куриное, щирица запрокинутая и щирица жминдовидная, осот розовый, конопля дикая (сорная). К единично встречающимся видам можно отнести одуванчик лекарственный, аистник цикutowый, просвирник обыкновенный, пикульник обыкновенный, пастушью сумку. Доминирующими в агрофитоценозе сорняками являются виды щетинников и просо куриное, на долю которых приходится не менее 50 % сорного компонента. Злостным, трудноискоренимым видом является бодяк щетинистый, в куртинах которого отмечается полная гибель культурного компонента ценоза. Иногда единично встречаются овес посевной и овсюг северный, подорожник (виды).

Наибольшую долю в структуре необработанного гербицидом агроценоза занимает сорный компонент. При применении гербицида Фабиан структура агроценоза существенно меняется. Поскольку гербицид обладает также почвенной активностью, он эффективно подавляет прорастающие семена яровых поздних сорняков. К началу восковой спелости культуры на обработанных гербицидом делянках доля сорняков составляет около 2 % биомассы агроценоза. При этом даже такие сорняки, как конопля и осот находятся в угнетенном состоянии, их высота не превышает высоты сои.

Значительный интерес представляет влияние сорного компонента на структуру урожая и урожайность сои (табл. 2).

Гербицид оказывает опосредованное влияние на элементы структуры урожая, а через них и на саму урожайность. Это влияние выражается в устранении конкурентов культуры в виде сорняков. Особенно контрастно разница видна в более благоприятном 2013 г. СибНИИК 315 можно отнести к группе высокоадаптивных сортов, формирующих приемлемую урожайность в различных почвенно-климатических условиях и в разные по тепло- и влагообеспеченности годы. Сорт Заряница – последнее достижение в селекции культуры (включен в государственное сортоиспытание по 11-му региону с 2015 г.), отличается сильной положительной реакцией на элементы интенсифика-

ции, одним из которых является использование современных высоко-технологичных пестицидов.

На величину фактической урожайности сои значительное влияние оказывает высота прикрепления первых плодов. Регулируя этот признак агротехническими методами, требуется соблюсти баланс между продуктивностью отдельного растения (максимально проявляется в разреженном стеблестое) и урожайностью фитоценоза. В условиях бокового затенения сорняками высота прикрепления первых плодов увеличивается, что отрицательно сказывается на продуктивности культуры. На фоне применения гербицидов первый продуктивный узел закономерно закладывается ближе к поверхности почвы.

Таблица 2 – Структура урожая и урожайность сои в Красноярской лесостепи

Сорт/вариант опыта	Высота, см		Число, шт/растение			Урожай- ность, г/м ²
	расте- ния	прикрепле- ния первого боба	продуктив- ных узлов	бобов	семян	
2013 г.						
СибНИИК 315, бгф*	45	11,9	8,1	12,8	21,3	107
СибНИИК 315+ Фабиан	63	11,0	11,0	19,1	35,3	208
Заряница, бгф	43	12,4	6,3	9,2	14,5	71
Заряница+ Фабиан	70	10,9	17,4	31,4	54,6	243
НСР ₀₅ урожайность: по фактору А (сорт) 17,6; по фактору В (фон) 39,5; взаимодействие АВ 55						
2014 г.						
СибНИИК 315, бгф	38	12,0	5,4	7,5	10,6	20,1
СибНИИК 315+ Фабиан	48	11,1	10,7	11,7	20,8	32,0
Заряница, бгф	39	12,5	4,6	6,2	9,4	22,0
Заряница+ Фабиан	43	11,3	8,8	14,5	27,2	35
НСР ₀₅ урожайность: по фактору А (сорт) 6; по фактору В (фон) 9; взаимодействие АВ 17						

* фон без применения гербицида.

При производстве семян сои большое значение имеет не только величина урожайности, но и качество получаемых семян. Одним из таких показателей является масса тысячи семян. Если сорт Заряница характеризуется стабильным проявлением признака по годам на двух фонах (M_{1000} 135–139 г), то СибНИИК 315 в благоприятных условиях формирует зерно с M_{1000} 162 г, в то время как на безгербицидном фоне это значение снижается до 139 г. С точки зрения технологичности уборки, крупное зерно менее желательно, поскольку оно сильнее травмируется в период обмолота, что, в конечном итоге, сказывается на всхожести семян. Влияние фона возделывания на всхожесть незначительное, в варианте с применением гербицида всхожесть на 1–2 % превышает безгербицидный. Данный показатель в значительной степени зависит от погодных условий в период налива. При этом СибНИИК 315 предъявляет повышенные требования к теплообеспеченности августа. Прохладная погода в период созревания способствовала формированию семян со сниженным до 84–90 % показателем всхожести. Сорт Заряница в этих же условиях формирует 86–93 % всхожих семян. В условиях дефицита тепла или при раннем наступлении осенних заморозков (вегетационный период 2014 г.) формируется зерно со сниженной всхожестью.

Применение гербицида Фабиан является важным средством интенсификации и резервом увеличения урожайности сои в Красноярском крае. Представляет перспективу для выращивания в регионе новый скороспелый сорт сои Заряница, отличающийся повышенной отзывчивостью на улучшение фона возделывания.

Литература

1. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – М., 2012. – 575 с.
2. Омелянюк, Л.В. Селекция гороха и сои для условий Западной Сибири: автореф. дис.... д-ра с.-х. наук / Л.В. Омелянюк. – Тюмень, 2015. – 45 с.
3. Синеговская, В.Т. Посевы сои в Приамурье как фотосинтезирующие системы / В.Т. Синеговская. – Благовещенск, 2005. – 120 с.
4. Ступницкий, Д.Н. Формирование урожайности зернобобовых культур в Красноярской лесостепи в зависимости от сортовых особен-

ностей и приемов возделывания: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. / Д.Н. Ступницкий. – Новосибирск, 2009. – 16 с.

5. Чураков, А.А. Влияние сорта и элементов агротехники на формирование урожайности сои в Красноярской лесостепи: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.А. Чураков. – Новосибирск, 2009. – 18 с.

СОРТОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ СОИ В КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Э.А. Бомгард

Научный руководитель – канд. с.-х. наук, доцент Д.Н. Ступницкий

Среди зерновых бобовых культур особенно ценной белковой культурой является соя, которая отличается от других культур того же семейства высоким содержанием белка (от 29 до 50,3 %), что в два раза выше, чем у гороха.

В последнее десятилетие производство соевого зерна, не только на Дальнем Востоке, но и в европейской части страны ежегодно увеличивается, интерес к культуре проявляют и сибирские сельхозтоваропроизводители. Большую роль в распространении культуры, без сомнения, сыграли отечественные селекционеры, создавшие серию скороспелых, урожайных сортов. В Красноярском крае наблюдается существенное отставание от общероссийской тенденции как в научном, так и в производственном плане. Несмотря на достаточную теплообеспеченность южных территорий региона, развитое животноводство и птицеводство, соя на полях остается культурой периодических посевов. Причины этого кроются, с одной стороны, в отсутствии стимулирования аграриев со стороны местных властей, с другой – в негативном опыте выращивания культуры в ряде хозяйств, когда урожайность не превышала 3–4 ц с 1 га. Этим, однако, проблемы не ограничиваются. Селекционная работа с соей в крае на протяжении семи десятилетий носит отрывочный характер. Так, первые опыты, призванные выяснить возможный ареал распространения культуры, были проведены В.П. Черноголовиным [1] в 1953 г. на Хакасской опытной станции орошаемого земледелия. В результате для производственных опытов в южной части Красноярского края рекомендованы сорта Хабаровская 4, Дальневосточная 370, Желтая 1038, Ре-

корд Северный, на кормовые цели – Амурская 42. По мнению автора, главным препятствием для внедрения сои, сохранившим актуальность и в наши дни, является отсутствие подходящих к местным условиям сортов. После значительного перерыва, в 80–90-х гг. XX века, работа была возобновлена на базе Красноярского НИИСХ и в НПО «Енисей». Были уточнены элементы технологии культуры, разработаны механизмы для снижения уборочных потерь, однако целенаправленной селекции культуры не проводилось [2, 3]. Производственные посевы сои не превышали нескольких тысяч гектаров, что связано с механическим заимствованием сортов и технологий, разработанных учеными Западной Сибири. После перерыва, начиная с 2001 г., работа началась на кафедре растениеводства Красноярского государственного аграрного университета. На начальном этапе проведено сравнение сои Западносибирского и Европейского скороспелого экотипов с традиционной культурой региона – горохом и другими зернобобовыми [4]. Новым направлением в работе с культурой стало обоснование сроков, норм, способов посева современных сортов Светлая, Дина, СибНИИСХоз 6, Соер 4, Гармония, Соната [5].

Агроклиматические ресурсы Красноярского края не в полной мере соответствуют потребностям изученных сортов, поэтому нами была поставлена цель: оценить сорта сои, включенные в Госреестр селекционных достижений по урожайности. Полевые опыты проведены на базе лаборатории зернобобовых культур Красноярского НИИСХ (центральная часть Красноярской лесостепи) в 2012 и 2013 гг. Почва опытного поля представлена черноземом обыкновенным среднесиловым среднегумусным тяжелосуглинистым. Учеты и наблюдения проведены согласно методическим указаниям ВИР [6]. Изучены сорта: СибНИИК 315 (Сибирский НИИ кормов), Эльдorado, Сибирячка (СибНИИСХоз), Соната (ВНИИ сои), Заряница (КрасГАУ, СибНИИСХоз). Образцы высевали на площади 5 м², рядовым способом селекционной сеялкой, 80 зерен на квадратный метр, повторность – 3-кратная, стандарт – СибНИИК 315. Предшественник – картофель, размещаемый по чистому пару. Основная обработка – вспашка, весной проводилось боронование и предпосевная культивация. Посев – в середине второй декады мая, уборка – напрямую комбайном Нега 125 после наступления полной спелости.

Распределение осадков и обеспеченность теплом вегетационного периода 2012–2013 гг. не соответствовали требованиям сои и значительно отличались от средних многолетних показателей (табл. 1).

Экстремальные условия 2012 г. сложились в июне, июле и сентябре (ГТК 0,3; 0,99 и 0,5 соответственно). Август отличался дефицитом тепла при нормальном увлажнении (ГТК 1,3). В результате всходы сои появились только 4 июня, налив и созревание культуры сильно затянулось. Вегетационный период 2012 г. можно назвать засушливым: ГТК мая – 0,61, июня – 0,29, июля – 0,98. Август был избыточно увлажнен и недостаточно обеспечен теплом, что привело к затягиванию цветения, налива и созревания сои.

В 2013 г. обеспеченность теплом, распределение и количество осадков носило аномальный для зоны характер.

**Таблица 1 – Метеорологические данные за 2012–2013 гг.
(ГМС Минино)**

Месяц	2012 г.				2013 г.				
	I декада	II декада	III декада	За месяц	I декада	II декада	III декада	За месяц	Ср. много-летние
Температура, °С									
Май	9,3	9,4	12,0	10,4	9,6	7,1	7,5	8,1	10
Июнь	19,6	22,2	19,0	20,2	12,7	20,1	15,2	16,0	15
Июль	19,7	19,0	21,6	20,6	17,0	18,7	19,0	18,2	19
Август	18,1	14,0	12,5	14,8	17,8	16,7	15,4	16,6	16
Сентябрь	12,6	12,3	8,8	11,2	12,3	6,7	4,6	7,9	8
Осадки, мм									
Май	9,3	5,8	4,5	19,6	13,4	14,0	28,5	55,9	29
Июнь	0,0	17,7	0,0	17,7	15,3	1,2	41,3	57,8	43
Июль	59,8	0,0	1,6	61,4	23,5	36,1	52,7	112,3	66
Август	13,7	13,3	31,2	58,2	50,9	51,9	30,3	133,1	61
Сентябрь	3,7	8,8	16,2	28,7	17,2	5,1	8,8	31,1	34

Продолжительность вегетационного периода – один из основных параметров, определяющих возможность дальнейшего использования сорта. Продолжительность периода всходы–созревание у изученных сортов, согласно Международному классификатору СЭВ рода *Glycine* [7], соответствовала среднему показателю (до 115 сут) (табл. 2). Продолжительность вегетации является основным условием при выборе сорта сои в регионе. В среднем за годы опытов у сорта Сиб-

НИИК 315 с момента полных всходов до восковой спелости прошло 103 дня. Остальные изучаемые сорта по продолжительности вегетации незначительно превышали стандарт. На длительность межфазных периодов и вегетации влияние оказали распределение температуры воздуха и осадков летнего периода.

Таблица 2 – Продолжительность вегетации и межфазных периодов скороспелых сортов сои в Красноярской лесостепи (среднее за 2012–2013 гг.)

Сорт	Растений к уборке, шт/м ²	Продолжительность периода, сут		
		Всходы–цветение	Цветение–восковая спелость	Вегетации
СибНИИК 315 st	56,0	37,0	65,5	103,0
Эльдорадо	60,0	42,0	64,0	106,0
Сибирячка	36,0	38,5	66,5	105,0
Соната	62,0	42,5	68,5	111,0
Заряница	39,5	38,0	66,5	104,5

При оценке сортов целесообразно руководствоваться продолжительностью периода всходы–цветение, поскольку налив и созревание в наших условиях затягиваются вследствие дождливой и прохладной погоды. Отличительной чертой климата земледельческой территории края является дефицит увлажнения в мае–июне. Растения сои, хотя и являются относительно засухоустойчивыми, попадая под раннелетнюю засуху, снижают продуктивность. Сорта с более продолжительным периодом от всходов до начала цветения меньше подвержены влиянию.

Урожайность растений – сложный признак, подверженный существенным изменениям и зависящий от ряда факторов. Высота прикрепления первых плодов оказывает влияние на продуктивность, определяя величину уборочных потерь. Признак значительно варьирует как под влиянием элементов технологии (сроки, способы, нормы посева), так и в зависимости от условий года. В среднем за два года показатель существенно превысил стандарт у сорта Соната (10,2 см), остальные сорта показали результат ниже стандарта. Средняя высота растений в опыте колебалась от 45 до 58,5 см. Перспективу использования на кормовые цели имеет сорт Соната (включен в Госреестр по 11-й зоне) при средней высоте растений 58,5 см. Сорт СибНИИК 315

на зеленую массу использовать нецелесообразно, поскольку он отличается малой длиной стебля (47,5 см) и невысокой облиственностью.

Число продуктивных узлов складывается из двух показателей: количества узлов с бобами на главном стебле и боковых ветвях. Число ветвей, наряду с сортовыми особенностями, варьирует в зависимости от способа посева и густоты растений. По результатам полевой оценки сои мы пришли к выводу, что излишнее ветвление нежелательно, поскольку усиливает невыравненность, разнокачественность семян, задерживает созревание, что согласуется с данными дальневосточных селекционеров [8]. Число междоузлий стебля колебалось от очень малого (7,4 шт. – Соната) до среднего, были выделены сорта Сибирячка и Эльдorado с числом продуктивных междоузлий 12,4 и 13,8 шт. соответственно.

Травмированность во время уборки является основной причиной снижения посевных качеств семян. По нашим данным микроповреждения сорта СибНИИК 315 достигают 60 %. Отчасти решить проблему возможно отбором мелкосемянных форм. Среди изученных к таким можно отнести сорт Соната (M_{1000} 89 г). Относительно крупносемянные образцы в зоне исследования: СибНИИК 315 (M_{1000} 164,5 г), Сибирячка (M_{1000} 160 г). Высокую урожайность в годы исследований сформировал сорт Соната.

Образцы, представляющие интерес по комплексу признаков, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристика сортов сои по элементам структуры и качеству зерна (среднее, 2012–2013 гг.)

Сорт	Высота растений, см	Высота до первого боба, см	Число продуктивных узлов, шт	Бобов на растении, шт.	Семян с растения, шт.	Урожайность, г/м ²	M_{1000} , г	Жир, %	Белок, %
СибНИИК 315 st	47,5	7,7	8,9	15,0	21,2	83	164,5	19,3	29,1
Эльдorado	45,0	7,1	13,8	23,4	45,8	77	128,5	17,0	30,1
Сибирячка	49,0	6,0	12,4	19,2	28,1	87	160,0	18,8	29,5
Соната	58,5	10,2	7,4	11,7	21,3	96	89,0	18,8	26,5
Заряница	47,5	6,0	7,7	12,4	19,8	82	149,0	18,5	30,0

Выводы

1. Интерес для товаропроизводителей Красноярского края представляет сорт Соната, отличающийся мелкосемянностью, пригодный для использования на зеленый корм.

2. Для выращивания на зерно рекомендуется использовать скороспелые сорта Сибирячка и Заряница, характеризующиеся повышенным качеством зерна.

Литература

1. Черноголовин, В.П. Возделывание сои на Дальнем Востоке и перспективы ее внедрения в Западной Сибири: дис. ... д-ра с.-х. наук / В.П. Черноголовин. – Омск, 1954. – 367 с.

2. Агеева, Г.М. Технология возделывания сои / Г.М. Агеева // Научное обеспечение отрасли растениеводства в экстремальных условиях Сибири: мат-лы. междунар. науч.-практ. конф. – Красноярск: Гротеск, 2006. – С. 400–404.

3. Кожемяков, А.П. Создание и анализ базы данных по эффективности микробных биопрепаратов комплексного действия / А.П. Кожемяков, С.Н. Белоброва, А.Г. Орлова // С.-х. биология. – 2011. – № 3. – С. 112–115.

4. Ступницкий, Д.Н. Формирование урожайности зернобобовых культур в Красноярской лесостепи в зависимости от сортовых особенностей и приемов возделывания: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. / Д.Н. Ступницкий. – Новосибирск, 2009. – 16 с.

5. Чураков, А.А. Влияние сорта и элементов агротехники на формирование урожайности сои в Красноярской лесостепи: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.А. Чураков. – Новосибирск, 2009. – 18 с.

6. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение / под ред. М.А. Вишняковой. – СПб: ГНУ ВИР Россельхозакадемии, 2010. – 142 с.

7. Международный классификатор СЭВ рода *Glycine* Willd. – Л.: ВИР, 1990. – 48 с.

8. Щегорец, О.В. Соеводство / О.В. Щегорец. – Благовещенск: ООО «РИО», 2002. – 432 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ПОЧВ.....	5
Иргит М.И. <i>К вопросу о происхождении почвенного покрова</i>	5
Харитонов Е.А. <i>Михаил Васильевич Ломоносов: у истоков русского почвоведения</i>	10
Кураченко Р.А. <i>Санитарная функция почв</i>	13
Терехов Д.Е. <i>Новые данные о роли микробиоты в почвенных процессах</i>	19
УСЛОВИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОЧВ.....	27
Бодикова Н.В. <i>Минерализация легкогидролизуемого азота в инициальных почвах</i>	27
Жуков З.С., Жукова И.В. <i>Особенности морфогенеза агро-черноземов в трансэлювиальном ландшафте Красноярской лесостепи</i>	30
Миронова Н.В. <i>Мезопедобионты чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи</i>	39
Веренич А.С. <i>Сообщества раковинных амёб в лиственничнике зеленомошном на правом берегу р. Кочечум (Эвенкия)</i>	44
Макеева О.Л. <i>Трансформация некоторых свойств почв под влиянием биодендрогрупп искусственных насаждений в Ширинской степи</i>	49
Юркин Э.В. <i>Почвенно-экологический индекс почв ЗАО «Маяк» в Красноярской лесостепи</i>	55
Шереметов В.С., Ховалыг А.М. <i>Сезонная динамика гумуса в черноземах Красноярской лесостепи под чистыми и бинарными посевами кормовых культур</i>	61
Пастухова В.В. <i>Влияние многолетних трав и пара на содержание азота микробной биомассы в черноземе выщелоченном Красноярской лесостепи</i>	68
Захарченко Л.П. <i>Интегральные показатели биологической активности криогенных почв в разных типах лесных биогеоценозов Средней тайги</i>	75

Сенкевич О.В., Масанин М.В., Буряев М.А., Кергильхот К.А. <i>Агрохимическая оценка почв окрестностей села Ачайваям Камчатского края</i>	81
Циммерман В.И. <i>Антропогенное загрязнение воздушной среды города Красноярска</i>	85
ПРОДУКТИВНОСТЬ АГРОЦЕНОЗОВ.....	89
Турчанов М.Е. <i>Продуктивность и качество зерна озимых культур в ЗАО «Березовское» Курагинского района при проведении азотных подкормок</i>	89
Аверьянов А.С. <i>Продуктивность и питательность про- свидных кормовых культур</i>	95
Кузнецов Д.Ю. <i>Влияние видов и сроков посева на про- дуктивность и питательность смешанных посевов</i>	102
Комлев М.Г. <i>Влияние гербицида Фабиан на урожайность сортов сои в условиях Красноярской лесостепи</i>	112
Бомгард Э.А. <i>Сортовые особенности формирования урожайности сои в Красноярской лесостепи</i>	119

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АЛЬТЕРНАТИВЫ В СЕЛЬСКОМ И ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Сборник научных статей аспирантов и магистрантов

Выпуск 5

Редактор Л.Ю. Беликова

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 24.49.04.953.П. 000381.09.03 от 25.09.2003 г.

Подписано в печать 24.08.2015 Формат 60х90/16. Бумага тип. № 1

Печать – ризограф. Усл. печ. л. 8,25 Тираж 50 экз. Заказ № 366

Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117