

ПОЧВОУЛУЧШАЮЩИЕ СВОЙСТВА ЦЕНОЗОВ ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВОЙ НА ПЕСЧАНО-МЕЛОВОЙ СМЕСИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ КУРСКОЙ МАГНИТНОЙ АНОМАЛИИ

Андрей Борисович Гончаров
Яков Владимирович Панков
Элла Игоревна Трещевская

Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова

При восстановлении нарушенных ландшафтов особое значение приобретает лесная рекультивация, а при их вовлечении в народнохозяйственное использование – фиторемедиация техногенных субстратов и смесей. Известно, что из 48 испытанных древесных пород и кустарников наиболее перспективной оказалась облепиха крушиновая, которая хорошо произрастает и успешно распространяется на нарушенных землях, обладает высокими противоэрозионными и мелиоративными свойствами благодаря обильному естественному расселению семенами и корневыми отпрысками. С целью изучения почвоулучшающей роли облепиховых ценозов проводились исследования на железнодорожном отвале Лебединского горнообогатительного комбината (ГОК), представленном песчано-меловой смесью. От естественного зарастания травами формируется биомасса опада в незначительном количестве, поэтому требуется создание лесных ценозов, в условиях которых облепиха образует до 114,2 т/га органической массы, при этом надземная часть за 13 лет достигает 70%, а подземная – 30%. В будущем это соотношение станет более выравненным за счет интенсивного распространения корневой системы. Из 14,8 т/га массы абсолютно сухого вещества облепихников на песчано-меловой смеси ежегодно поступает в субстрат 32,3 кг фосфора, 23,8 – калия, 290 – азота и 6,6 т углерода. В культурах облепихи образуется органогенный слой, мощность которого за 13 лет составила 1,0-2,5 см. Под облепиховым ценозом улучшаются многие другие свойства, способствующие повышению количества микроорганизмов (численность бактерий почвенно-биотического комплекса увеличивается в 2-3 раза, азотфиксирующих бактерий и грибов – в 4-6 раз), биологической продуктивности и ферментативной активности. Облепиха способствует появлению почвенной мезофауны, грибов, 11 видов животных и 17 видов птиц, обеспечивающих формирование новых трофических цепей, что ставит культуру облепихи в ряд особо ценных пород.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: нарушенные земли, рекультивация, фиторемедиация, мониторинг, облепиха, ценоз, состояние, рост, почвоулучшающая роль.

SOIL-IMPROVING PROPERTIES OF COMMON SEA BUCKTHORN COENOSIS ON THE SAND-CHALK MIXTURE OF DISTURBED LANDS OF KURSK MAGNETIC ANOMALY

Andrey B. Goncharov
Yakov V. Pankov
Ella I. Treshchevskaya

State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Forest recultivation is of paramount importance at restoring disturbed landscapes, whereas phytoremediation of technogenic substrates and mixtures counts for a great deal at their involvement into economic circulation. The most promising results among 48 tested species of trees and shrubs shows sea buckthorn, due to its successful growth and ability to spread on disturbed lands, high erosion preventive properties and ameliorative effect, abundant natural dissemination by seeds and root suckers. In order to reveal soil-improving properties of common sea buckthorn coenosis the authors conducted a research on the railway dump of Lebedinsky Mining Processing Plant which is presented by the sand-chalk mixture. Due to natural ramping rather small amount of litter biomass is formed, it is therefore necessary to create forest coenosis under which conditions sea buckthorn produces by 114.2 t/ha of organic matter, whilst over the period of 13 years the above-ground and underground organs amount to 70% and 30%, respectively. In the future, this ratio will become more aligned due to the intensive distribution of the root system. Of the 14.8 t/ha of absolutely dry weight of sea buckthorn scrub on the sand-chalk mixture 32.3 kg of phosphorus, 23.8 kg of potassium, 290 kg of nitrogen, and 6.6 tons of carbon annually pass

into substrate. Sea buckthorn forms organogenic layer, which thickness over 13 years grew up to 1.0-2.5 cm. In sea buckthorn coenosis improve many other properties contributing to the increase of microbial abundance (bacterial count in soil-biotic community increased by 2-3 times, nitrogen-fixing bacteria and fungi – by 4-6 times), biological productivity and enzymatic activity. Sea buckthorn contributes to the occurrence of soil mesofauna, fungi, 11 and 17 species of animals and birds, as well as provides the formation of new trophic chains. All of the aforesaid demonstrates that the culture of sea buckthorn is one of the outstanding natural species.

KEY WORDS: disturbed lands, forest recultivation, phytoremediation, monitoring, common sea buckthorn, coenosis, status, growth, soil-improving role.

Рекультивация ландшафтов, нарушенных промышленным производством, позволяет вовлечь их в хозяйственное использование, уменьшить экологическую напряженность и восстановить ранее утраченные биогеоценотические связи [4, 5, 14, 15].

Ранее созданные облещипники на железнодорожном отвале Лебединского ГОКа КМА позволяют провести мониторинг территории и оценить уровень эффективности ремедиационных процессов. Многолетними опытами установлено, что состояние и рост растений зависят от многих экологических условий на техногенных землях, проявляющихся в самом различном сочетании и многообразии [2, 6, 8-10, 12, 13, 14, 16, 17].

Рассмотрим формирование экосистем с помощью облещипы на железнодорожном отвале в течение 13 лет.

Естественное зарастание травянистой растительностью на данном отвале носит не сплошной, а мозаичный характер. Пятна растительности приурочены к микропонижениям и потяжинам. Здесь постепенно формируются разнотравно-полынные группировки с преобладающим участием полыни австрийской, горькой, чернобыльной и тысячелетника обыкновенного.

В условиях высокого дефицита увлажнения и биологически важных элементов питания продуцируемая надземная масса достигает 6-10 ц/га во влажные годы и 1,4-3,2 ц/га – в засушливые, что может быть сопоставимо с зоной сухих степей, где она колеблется от 7 до 9 ц/га. В травянистых сообществах на песчаных отвалах в биомассе сконцентрированы незначительные запасы азота и зольных элементов, в результате чего мелиорирующее и почвообразующее влияние этих фитоценозов чрезвычайно мало.

Поэтому максимальное покрытие поверхности отвалов органическим веществом возможно только при создании лесных культур, особенно облещипы, что позволит ускорить восстановление верхнего слоя почвы и дать начало почвообразовательному процессу.

Биологическая продуктивность определяется массой органического вещества, создаваемого надземными и подземными органами древесных пород и кустарников на площади 1 га (табл. 1).

Таблица 1. Биомасса 13-летних культур облещипы на железнодорожном отвале в 2012-2014 гг., т/га

| № п/п | Биомасса 13-летних культур облещипы | Кол-во |
|-----------------|-------------------------------------|--------|
| Надземные части | | |
| 1 | Листья | 7,3 |
| 2 | Ветви: | 30,6 |
| | а) крупные | 17,3 |
| | б) средние | 4,0 |
| | в) мелкие | 9,3 |
| 3 | Ствол | 38,3 |
| 4 | Плоды | 2,87 |
| | Итого | 79,2 |
| Подземные части | | |
| 5 | Корни: | 33,9 |
| | а) крупные | 9,3 |
| | б) средние | 15,3 |
| | в) мелкие | 9,3 |
| 6 | Клубеньки | 1,1 |
| | Итого | 35,0 |
| | Общая масса | 114,2 |

Анализ данных таблицы 1 свидетельствует о том, что общая биомасса на железнодорожном отвале облепихового насаждения составляет 114,2 т/га, а на других отвалах она колеблется от 15,7 до 167,6 т/га. В данных условиях на долю надземных частей приходится около 70% биомассы, а на долю подземных – около 30%. С возрастом, при незначительной энергии роста надземной части культур, корневая система будет интенсивно развиваться и достигнет 50%. Это свидетельствует о том, что с увеличением доли подземной части растений ее влияние на почвообразовательные процессы возрастает.

Одним из основных факторов воздействия на субстраты лесных насаждений является поступление в них органических остатков в виде ежегодно опадающих листьев, плодов, отмирающей части корней и клубеньков у азотфиксирующих пород (табл. 2).

Таблица 2. Поступление органического вещества и минеральных элементов в 13-летних культурах облепихи на железнодорожном отвале

| № п/п | Части растений | Масса органического вещества, т/га | Поступление элементов, кг/га | | | |
|-------|----------------|------------------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|
| | | | С | Н | К | Р |
| 1 | Листья | 5,62 | 2523 | 151,9 | 133,7 | 16,29 |
| 2 | Плоды | 2,45 | 1099 | 29,3 | 23,3 | 3,91 |
| 3 | Корни | 6,24 | 2801 | 91,6 | 74,0 | 10,60 |
| 4 | Клубеньки | 0,50 | 222 | 17,7 | 7,0 | 1,53 |
| | Всего | 14,81 | 6645 | 290,5 | 238,0 | 32,33 |

Из 14,8 т/га массы абсолютно сухого вещества облепихников на песчано-меловой смеси ежегодно поступает в субстрат 32,3 кг фосфора, 238 кг калия, 290 кг азота и 6,6 т углерода. Последний является составной частью гумуса, окрашивает верхние слои грунтосмесей в серый цвет, оструктурирует их, улучшает водно-физические свойства, а главное, повышает водоудерживающую способность легких по гранулометрическому составу пород и улучшает качество и плодородие почвы в целом.

По содержанию углерода можно косвенно судить о потенциальной способности к образованию гумуса. По степени аккумуляции азота, фосфора и калия среди испытанных древесных растений первое место принадлежит облепихе крушиновой.

В культурах облепихи образуется органогенный слой, мощность которого уже в 13 лет составляет от 1,0 до 2,5 см, а запас воздушно-сухой массы – от 7,7 до 9,1 т/га (табл. 3).

Таблица 3. Запасы лесной подстилки и ее химизм в 15-летних облепихниках в 2012-2014 гг.

| Части склона | Запасы подстилки, т/га | Азот, % | Зольность, % |
|--------------|------------------------|---------|--------------|
| Верхняя | 7,7 | 2,48 | 45,75 |
| Средняя | 9,1 | 2,39 | 54,43 |
| Нижняя | 8,2 | 3,00 | 48,74 |

В результате на отвале в верхней части обособились четыре слоя начальных почвенных горизонтов. Первый представлен лесной подстилкой. Ниже начинается гумусово-аккумулятивный горизонт, плавно переходящий к АВ и иллювиальному горизонту В.

С возрастом под облепихой улучшаются свойства субстратов (из супеси песчаной до суглинка легкого), повышается количество кальция, магния, азота, фосфора и калия в 1,4-2,3 раза, снижается рН в 7,25 раза (с 0,36 до 2,61), начинается почвообразовательный процесс, который протекает по типу формирования серых лесных почв.

Вновь созданный биогеоценоз из облепишников не только снижает негативное влияние техногенных ландшафтов, но и формирует более благоприятную экологическую обстановку для его существования.

Облепиховый биоценоз уже сформировался на 3-5-й год, когда культуры полностью смыкаются в ряду и междурядьях, чего невозможно было получить от других видов древесных пород и кустарников из-за их низкой приживаемости, высокого отпада и очень низкой сохранности саженцев, слабой энергии и высокой требовательности к плодородию. Кроме этих преимуществ облепиха уже с этого возраста начинала давать корневые отпрыски и плодоносить. Поэтому в данном случае заслуживает внимания использование комбинированного способа создания культур.

Таким образом, нет необходимости создавать культуры облепихи с размещением $2,0 \times 0,5$ м. Нужно высаживать биогруппы из 2-3 растений, одно из которых мужское, или размещать отдельными рядами 3×1 , 4×4 , 5×5 и даже 10×10 м. Это позволит значительно сократить затраты труда, средств и ускорить облесение и закрепление отвалов.

При восстановлении нарушенных земель с использованием гидропосева с включением в него семян облепихи крушиновой экономический эффект еще более возрастет из-за корнеотпрысковой способности облепихи крушиновой, долговечности, ценности плодов и многих других показателей [5].

Облепихники положительно влияют на изменение микроклимата прилегающих участков. Под насаждениями полностью прекращаются процессы ветровой и водной эрозии. Корневая система облепихи на 70% располагается в верхнем слое (5-30 см).

Корни облепихи на различных субстратах могут достигать глубины:

на песчано-меловой смеси – до 1,2 м,

на суглинке – до 0,6-0,8 м,

на песках – до 0,5-0,6 м,

на мело-мергеле – до 0,4-0,5 м.

На мелиорированном слое из чернозема 20-50 см (на гидроотвале) и суглинке мощностью до 20 см корневая система облепихи располагается только в этих слоях. Учитывая прочность корней облепихи на разрыв, равную 3,7-8,5 кг, можно сделать вывод о повышении эрозионной устойчивости грунтов [1].

Кроме почвоулучшающей роли облепихи отметим, что в субстратах рН водный снижается на 0,3, а рН солевой – на 0,56 единицы, показатель гигроскопической влаги увеличивается в 2 раза, содержание кальция не изменяется, магния – уменьшается в 2 раза, фосфора, калия и азота – увеличивается соответственно в 1,3; 2,0 и 2,1 раза, наличие катионов и анионов уменьшается до 30%.

За 17 лет в культурах облепихи отмечен рост таких показателей, как содержание гумуса – с 0,36 до 2,61%, или в среднем в 3,1 раза (при этом мощность органических горизонтов достигает 2,0-2,5 см); порозность – с 40 до 52-54%; коэффициент структурности – с 0,6-0,8 до 3,5-7,0; водопроницаемость – с 22 до 60-90 мм/ч; коэффициент водопропускности – с 18-20 до 48-52 при снижении плотности (с 1,45-1,60 до 1,32-1,20 кг/см²) и твердости (с 18-40 до 5-20 кг/см²).

Все это способствует росту количества микроорганизмов (численность бактерий почвенно-биотического комплекса увеличивается в 2-3 раза, азотфиксирующих бактерий и грибов – в 4-6 раз), биологической продуктивности и ферментативной активности.

Ранее было показано, что поселение почвенной мезофауны (насекомых, дождевых червей и многоножек) на нарушенных землях затруднено, поэтому на опытных участках они представлены в 1,2-9,0 раз меньше, чем на прилегающих зональных территориях [3]. Заселение почвенных беспозвоночных зависит от многих экологических факторов: горной породы, возраста, высоты, экспозиции и частей отвалов, а главное –

от имеющихся на них фитоценозов. В культурах облепихи их соответственно обнаружено в количестве 2,22; 3,15 и 3,55 шт./м², тогда как на контроле они полностью отсутствуют.

Велика санитарно-гигиеническая роль облепихников, на которых задерживается до 15-23 кг/пыли, протистоцидная активность различных пород колеблется от 11 до 69 млн, снижается численность микроорганизмов – от 28 до 60%. Кроме того, облепиха обогащает воздух кислородом и т. д.

С облепихника можно собрать до 3-7 тонн ценных плодов. Следует отметить, что при несистемном и неурегулированном их сборе (срез и поломка побегов, очесывание и т. д.) ухудшается состояние женских экземпляров: средняя высота снижается до 1 м по сравнению с мужскими. Поэтому рекомендуется использование приспособления, разработанного А.И. Селивановым в 1979 г. [18].

На рекультивируемых землях появляются грибы, насаждения привлекают 11 видов животных и 17 видов птиц. Таким образом, формируются новые трофические цепи. Также облепиха является прекрасным медоносом.

Вышеотмеченные достоинства биологических особенностей облепихи крушиновой выдвинули ее как наиболее перспективную и ценную культуру для биологической рекультивации техногенных ландшафтов.

Следует отметить, что насаждения облепихи, обладая противоэрозийной, почвоулучшающей, санитарно-гигиенической, рекреационной, социальной, экономической и другими функциями, способствуют решению многих экологических проблем.

Созданные облепихники являются объектом мониторинга, учебной и научно-методической базой для специалистов различных профилей.

Библиографический список

1. Байдаев Д.М. Биозкологические особенности некоторых древесных и кустарниковых растений и их ресурсы на территории Национального парка «Приэльбрусье» / Д.М. Байдаев : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.32 / Д.М. Байдаев. – Владикавказ, 2006. – 23 с.
2. Баранник Л.П. Облепиха / Л.П. Баранник, А.М. Шмонов. – Кемерово : Кемеровское кн. изд-во, 1982. – 49 с.
3. Биологическое разнообразие как основа лесной рекультивации нарушенных ландшафтов / Я.В. Панков, А.Б. Гончаров, И.В. Голядкина, С.А. Чуев // Биологическое разнообразие как основа существования и функционирования естественных и искусственных экосистем : матер. Всерос. молодежной конф. – Москва : Истоки, 2015. – С. 108-113.
4. Гончаров А.Б. Применение облепихи крушиновой при рекультивации техногенных земель в России / А.Б. Гончаров // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – Воронеж : ВГЛТА, 2013. – № 4 (4). – С. 159-164.

5. Использование облепихи крушиновой при рекультивации нарушенных земель Курской магнитной аномалии / А.Б. Гончаров, И.В. Голядкина, Я.В. Панков, Э.И. Трещевская // Инновационные технологии в плодоводстве, овощеводстве и декоративном садоводстве : сб. науч. тр. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – С. 176-183.
6. Каар Э.В. Лесная рекультивация отвалов, образующихся при открытой разработке горючего сланца в Эстонской ССР / Э.В. Каар // Рекультивация земель, нарушенных при добыче полезных ископаемых : тез. докл. координационного совещания. – Тарту, 1975. – С. 15-24.
7. Капитонов Д.Ю. Роль живых организмов при биологической рекультивации техногенных ландшафтов / Д.Ю. Капитонов, Я.В. Панков, А.Н. Коптев // Лес. Наука. Молодежь. ВГЛТА : сб. матер. молодых ученых ВГЛТА за 2002-2003 гг. – Воронеж : ВГЛТА, 2003. – С. 61-64.
8. Кожевников А.П. Закономерности формирования популяций *Hipporhæ rhamnoides* L. на Урале и их значение для лесообразовательного процесса на нарушенных землях : дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.03.03 / А.П. Кожевников. – Екатеринбург, 2003. – 282 с.
9. Лукьянец А.И. Естественное зарастание древесными растениями отвалов горнопромышленного Урала (на примере отвалов Свердловской и Челябинской областей) : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 06.00.05 / А.И. Лукьянец. – Свердловск, 1975. – 33 с.
10. Мочалов В.В. Облепиха / В.В. Мочалов. – Новосибирск, 1973. – 68 с.
11. Моторина Л.В. Комплексные экологические исследования как основа разработки технологии рекультивации земель / Л.В. Моторина // Экологические основы рекультивации земель. – Москва : Наука, 1985. – С. 19-25.
12. Облепиха / А.Д. Букштынов, Т.Т. Трофимов, Б.С. Ермаков и др. – 2-е изд. – Москва : Лесная промышленность, 1985. – 183 с.
13. Обминская Т.К. Облепиха – целебный дар природы Кабардино-Балкарии / Т.К. Обминская. – Нальчик : Эльбрус, 1976. – 34 с.
14. Ободовская Д.А. Облепиха как сырье для витаминной промышленности / Д.А. Ободовская. – Москва : Политиздат, 1957. – 73 с.
15. Основы инженерной биологии с элементами ландшафтного планирования : учеб. пособие ; под ред. проф. Ю.И. Сухоруких. – Майкоп - Москва : Товарищество науч. изданий КМК, 2006. – 218 с.
16. Программа и методика изучения техногенных биоценозов ; отв. ред. Л.В. Моторина, Б.П. Колесников. – Москва : Наука, 1978. – 228 с.
17. Салатова Н.Г. Облепиха в Сибири / Н.Г. Салатова, Л.Н. Литвинчук, А.М. Жуков. – Новосибирск : Наука, Сибирское отделение, 1974. – 132 с.
18. Селиванов А.И. Приспособление для сбора плодов облепихи / А.И. Селиванов // Инф. листок № 101-79. – Липецк : ЦНТИ, 1979. – 2 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Андрей Борисович Гончаров – главный специалист-эксперт отдела лесного хозяйства и природопользования, Департамент имущественных отношений Минобороны России, Российская Федерация, г. Москва, тел. 8 (495) 696-54-83, E-mail: gon4arov813@mail.ru.

Яков Владимирович Панков – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесных культур, селекции и лесомелиорации, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8 (473) 253-76-06, E-mail: yakovpankov@yandex.ru.

Элла Игоревна Трещевская – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесных культур, селекции и лесомелиорации, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8 (473) 253-76-06, E-mail: ehllt@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 28.08.2016

Дата принятия к печати 08.09.2016

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Andrey B. Goncharov – Chief Specialist Expert, Forestry and Natural Resource Use Directorate, Department of Property Relations, Ministry of Defence of the Russian Federation, Russian Federation, Moscow, tel. 8 (495) 696-54-83, E-mail: gon4arov813@mail.ru.

Yakov V. Pankov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Forest Cultures, Plant Breeding and Forest Reclamation, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-76-06, E-mail: yakovpankov@yandex.ru.

Ella I. Treschevskaya – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Forest Cultures, Plant Breeding and Forest Reclamation, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-76-06, E-mail: ehllt@yandex.ru.

Date of receipt 28.08.2016

Date of admittance 08.09.2016