

Положительное влияние жимолости татарской, введенной в количестве 25 %, на сосну обыкновенную в техногенных ландшафтах не проявляется. В смешанных с жимолостью культурах сосна в 39-летнем возрасте растет, как и в чистом насаждении, по III классу бонитета, имея среднюю высоту 10,0 м и средний диаметр 17,0 см.

Наилучшими биометрическими показателями характеризуется сосна в смешанных насаждениях, в которых доля кустарников достигает 50 %. Здесь сосна растет по I классу бонитета, ее средняя высота достигает 15,0 м. С целью уменьшения трудозатрат следует увеличить ширину междурядий до 3,0 м, доведя количество посадочных мест до 3,3 тыс. шт./га.

Таким образом, при реабилитации техногенных ландшафтов с помощью культур сосны обыкновенной, лучшими лесорастительными условиями обладают двухкомпонентные техноземы с насыпным плодородным слоем мощностью 100–125 см и трехкомпонентные техноземы с погребенным плодородным слоем. Учитывая, что снятый в процессе горнотехнического этапа рекультивации плодородный слой целесообразнее использовать для сельскохозяйственной рекультивации, для выращивания чистых сосновых насаждений можно формировать трехкомпонентные техноземы с погребенным плодородным или потенциально-плодородным слоем мощностью 30–50 см под слоем песка такой же мощности. Однако предпочтение следует отдавать более устойчивым и эффективным смешанным с кустарниками в количестве 50 % сосновым насаждениям на двухкомпонентных техноземах с поверхностным нанесением на песок плодородного слоя мощностью 30–40 см.

### Список литературы

1. Панков Я. В., Андриющенко П. Ф. Лесная рекультивация техногенных земель КМА. Воронеж, 2003. 118 с.
2. Трещевская С. В. и др. Рекомендации по выращиванию культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на техногенно нарушенных землях / М-во науки и высшего образования РФ ; ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». Воронеж, 2020. 20 с.
3. Трещевская Э. И., Панков Я. В., Трещевский И. Вик. Повышение плодородия субстратов в промышленных отвалах Курской магнитной аномалии. Воронеж : ВГЛТА, 2011. 187 с.

УДК 630\*231

**Нгуен Тхи Тхюи,**

кандидат биологических наук, Агролесохозяйственный колледж ДонгБак, Социалистическая Республика Вьетнам, [thuynghuyenafc@gmail.com](mailto:thuynghuyenafc@gmail.com)

**Нгуен Фук Зюи,**

кандидат технических наук, Агролесохозяйственный колледж ДонгБак, Социалистическая Республика Вьетнам, [nrdy191@gmail.com](mailto:nrdy191@gmail.com)

**До Хонг Хань,**

кандидат биологических наук, Педагогический технологический университет – Университет Дананга, Социалистическая Республика Вьетнам, [dohanh326@gmail.com](mailto:dohanh326@gmail.com)

### ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО АНАЛИЗА (MULTI – CRITERIA ANALYSIS – MCA) ДЛЯ ВЫБОРА ВИДОВ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИОРИТЕТНОСТИ ПОСАДКИ НА ИЗВЕСТНЯКОВЫХ ГОРАХ В РАЙОНЕ КИМБОЙ ПРОВИНЦИИ ХОАБИНЬ (СОЦИАЛИСТИЧЕСКАЯ РЕСПУБЛИКА ВЬЕТНАМ)

*Хоабинь – провинция в горной северной части Вьетнама с множеством различных типов местности, из которых известняковые горы занимают 53,4 % площади провинции Хоабинь [1]. Развитие лесонасаждений на известняковых горах и определение видов растений, подходящих к условиям местности, являются настоятельными требованиями. Метод «Применение многокритериального анализа с помощью программного обеспечения SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) для выбора приоритетных видов растений» сочетает в себе множество изученных критериев отбора и значимо достигнутых определенных результатов.*

***Ключевые слова:** метод многокритериального анализа, приоритетные виды растений, известняковая гора, район Кимбой провинции Хоабинь.*

**Nguyen Thi Thuy,**

PhD in Biological Sciences, Northeast Agriculture and Forestry College, Socialist Republic of Vietnam, [thuynghuyenafc@gmail.com](mailto:thuynghuyenafc@gmail.com)

**Nguyen Phuc Duy,**

Ph.D PhD in Technical Sciences, Northeast Agriculture and Forestry College, Socialist Republic of Vietnam,  
npduy191@gmail.com

**Do Hong Hanh,**

PhD in Biological Sciences, The University of Danang - University of Technology and Education, Socialist Republic of Vietnam,  
dohanh326@gmail.com

## APPLYING MULTI – CRITERIA ANALYSIS (MCA) FOR CHOOSING PRIORITIZED PLANTS ON LIMESTONE MOUNTAINS AT KIM BOI – HOA BINH (VIET NAM)

*Hoa Binh is a mountainous province with different terrain types in which limestone occupies 53.4% of the total provincial area. The development of reforestation limestone is being very concerned by the leaders of the province. However, identifying the priority tree reforestation is experiencing difficulties. Especially selecting the plants which could suite to the site conditions are a matter of urgency for forestation on limestone. There are many methods but the method of "Applying Multi – Criteria Analysis with the help of SPSS software to select the priority tree species " is considered a method of combining multiple criteria selection of crops which has been studied by domestic and foreign scientists and they have achieved certain results. The study focused on a number of basic contents: summary of the study area's issues, identify targets and standards, quantifying the standards of the target of studying, applying SPSS to calculate; distribution data analysis. Results of the study was grouped up goals and standards, rating and the ranking the subjects (plant species), then choose out the best and worst subjects against the objectives and standards set out for limestone – Hoa Binh Kim Boi district. The application of Applying Multi – Criteria Analysis with the help of SPSS software to select the priority tree species has not yet been studied into a complete system to widely use. Therefore, we need more research to complete the application process in order to select the priority crops meet the practical requirements of each locality, ensure to selection of the appropriate crops for each region.*

**Keywords:** Multi-StandardAnalysis, Limestone, Kim Boi – Hoa Binh.

Для формирования леса, необходимо выбрать виды растений, подходящие для условий местности. С другой стороны, выбранные растения должны иметь хорошую урожайность и качество, чтобы удовлетворять потребности местного населения [1]. Существует множество критериев выбора видов растений, поэтому необходимо иметь оптимальный метод выбора, чтобы определить подходящие растения для каждого конкретного условия. Основываясь на комплексной точке зрения, гармонично сочетая экономические интересы с социальными интересами, обеспечивая при этом возможность улучшения и защиты окружающей среды [2]. Мы изучили метод применения многокритериального анализа (Multi-criteria Analysis – MCA) с помощью программного обеспечения SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) для выбора приоритетных видов растений, которые будут высажены на известняковых горах в районе Ким Бой провинции Хоабинь.

Основная цель – сделать выбор в пользу ряда растений, подходящих для условий местности на известняковых горах: многоцелевые растения (защитные растения в сочетании с древесиной, дровами и фруктами); растения с хорошей способностью к возобновлению в качестве основы для восстановления и развития лесных экосистем на известняковых горах. Исходя из этой цели, выбраны следующие критерии:

- *Рост лесных растений:* Исходя из диаметра каждого вида растения (каждого вида исследовано не менее 30 особей).
- *Способность адаптироваться к условиям местности:* Степень пригодности условий местности отражается на росте и размножении каждого вида растения. Оценка основана на мнении экспертов и результатах оценки после исследования.
- *Способность селекции растений:* В рамках исследования мы используем только критерий стоимости саженцев (степень сложности покупки растений), чтобы показать способность селекции растений.
- *Цена продажи древесины и дров:* Показана ценность (стоимость) древесины и дров каждой породы.
- *Способность устойчивого развития леса:* Основано на росте, развитии и способности длительного использования леса для расчета баллов. Оценка основана на мнении экспертов, населения и результатах оценки после исследования.
- *Окружающая среда:* В зависимости от того, загрязняют ли виды растения окружающую среду или нет? Влияет ли это на здоровье человека и привлекает ли вредных насекомых? Создан ли красивый ландшафт, сочетающий туристические и курортные услуги? Оценка основана на мнении экспертов и населения.

Цель метода многокритериального анализа – подсчитать баллы, сравнить, упорядочить и выбрать наиболее подходящие виды растений для достижения цели [3]. Мы выбираем следующие методы оценки:

*Способ 1 (C1):* Рассчитывается балл на основе значения первого основного состава. Чтобы использовать этот способ, необходимо преобразовать полезные переменные уменьшения в полезные увеличения по формуле:

$$X' = 1 + X_{\max} - X_{ij}. \quad (1)$$

$X'$  заменяются полезными переменными уменьшениями. Таким образом, переменные, включенные в расчет в методе на основе первого главного состава, имеют переменные  $X$  и  $X'$ .

**Способ 2 (C2):** Определяется балл сложением нормализованных значений в соответствии с  $Y$ , рассчитанным по противоположному методу.

$$C_{2j} = Y_{j1} + Y_{j2} + Y_{j3} + \dots + Y_{jm}, \quad (2)$$

где  $Y_{jm}$  – нормализованное значение в соответствии с  $Y$ , вычисляется по противоположному методу субъекта  $j$ , соответствующему  $m$ -му критерию.

**Способ 3 (C3):** Определяется балл сложением нормализованных значений в соответствии с  $Z$ , рассчитанным с использованием метода соотношения.

$$C_{3j} = Z_{j1} + Z_{j2} + Z_{j3} + \dots + Z_{jm}, \quad (3)$$

где  $Z_{jm}$  – нормализованное значение в соответствии с  $Z$ , рассчитывается с использованием метода соотношения субъекта  $j$ , соответствующего  $m$ -му критерию.

**Способ 4 (C4):** Это метод взвешенной оценки, по мнению эксперта, соответствующий противоположному методу.

$$C_{4j} = p_1 Y_{ij} + p_2 Y_{2j} + p_3 Y_{3j} + \dots + p_m Y_{mj}, \quad (4)$$

где  $p_m$  – взвешенное, по мнению эксперта, соответствующее противоположному методу субъекта  $j$ , соответствующего  $m$ -му критерию.

**Способ 5 (C5):** Это также метод взвешенной оценки в соответствии с экспертным методом, но соответствующий нормализации по соотношению замены  $y_{ij} = z_{ij}$  для  $j$ -госубъекта.

$$C_{5j} = p_1 Z_{ij} + p_2 Z_{2j} + p_3 Z_{3j} + \dots + p_m Z_{mj}, \quad (4)$$

где  $p_m$  – взвешенное, по мнению эксперта, соответствующее методу соотношения субъекта  $j$ , соответствующего  $m$ -му критерию

**Способ 6 (C6):** Рассчитывается взвешенная оценка в соответствии с методом иерархического кластерного анализа (Hierarchical Cluster Analysis) для способа нормализации с противоположным методом.

**Способ 7 (C7):** Выставляется взвешенная оценка, как в методе 6, но используется метод нормализации в соответствии с методом соотношения.

Т а б л и ц а

Синтезированные оценки для 9 видов растений 7 различными способами

№	Латинские названия растений	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
1	<i>Burretiodendronhsienmu</i> Ching et How.	-0,0194	4,235	3,194	0,715	0,583	0,681	0,504
2	<i>Toonasiensis</i> Roem.	0,9003	4,437	4,160	0,819	0,801	0,718	0,653
3	<i>Choerospondiasaxillaris</i>	0,0323	3,803	3,510	0,616	0,572	0,574	0,505
4	<i>Melia azedarach</i> Linn.	1,2114	4,038	3,510	0,700	0,650	0,583	0,460
5	<i>Clausenalansium</i> Skeels.	-1,1892	3,538	2,346	0,515	0,300	0,542	0,365
6	<i>Chukrasiatabularis</i> A.Juss	1,0598	5,335	5,071	0,908	0,888	0,879	0,815
7	<i>Micheliamedicoris</i> Dandy.	-1,7738	3,528	2,923	0,518	0,353	0,639	0,567
8	<i>Clausenaexclouvata</i> sp.	-0,0327	4,168	4,116	0,684	0,664	0,636	0,619
9	<i>Delavayatoxocarpa</i> Franch.	-0,1887	3,990	3,902	0,618	0,587	0,584	0,558

На основании приведенных выше результатов исследования приоритетными и выбранными видами растений, которые будут высажены на известняковых горах в порядке от высокого к низкому:

*Chukrasiatabularis* A. Juss ,

*Toonasiensis* Roem.

*Clausenaexclouvata* sp.

*Burretiodendronhsienmu* Ching et How.

Виды растения нужно ограничивать посадкой в порядке убывания:

*Clausenalansium* Skeels.

*Micheliamedicoris* Dandy.

### Список литературы

1. Cao Danh Thịnh. Применение ряда взвешенных количественных методов для сравнения экономической и экологической эффективности ряда лесохозяйственных проектов в районе защитных лесов водораздела Сонда – Хоабинь : дипломная работа / Вьетнамский национальный лесохозяйственный университет (Vietnam National University of Forestry). 2016. С. 45.

- Linkov I., Moberg E. Multi-Criteria Decision Analysis: Environmental Applications and Case Studies. CRC Press, Boca Raton. New York, 2012. 186 p.
- Nguyen Hai Tuat, Nguyen Trong Binh (2015). Эксплуатация и использование SPSS для обработки данных в исследованиях лесного хозяйства / Вьетнамский национальный лесохозяйственный университет (Vietnam National University of Forestry). С. 59

УДК 662.6

**И. Н. Вариводина,**

к. т. н., доцент, зав. отделом лесной генетики и биотехнологии ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии» (ФГБУ «ВНИИЛГИСбиотех»), г. Воронеж, РФ,  
varivodinna@rambler.ru

**В. А. Вариводин,**

научный сотрудник отдела селекции и семеноводства ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии» (ФГБУ «ВНИИЛГИСбиотех»), г. Воронеж, РФ,  
warivodin@mail.ru

### **ОТБОР И ИЗУЧЕНИЕ УСТОЙЧИВЫХ И ПРОДУКТИВНЫХ ГЕНОТИПОВ БЫСТРОРАСТУЩИХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА ОСНОВЕ ИННОВАЦИОННЫХ БИОТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПЛАНТАЦИЙ**

*В статье рассмотрены возможности реализации проекта по массовому тиражированию посадочного материала быстрорастущих древесных пород, наиболее пригодных для производства биотоплива с гарантированным, полным сохранением целевого признака с помощью современных методов биотехнологии.*

**Ключевые слова:** биомасса, биотопливо, энергетические плантации, энергетические деревья, возобновляемая энергия, быстрорастущие древесные растения, теплота сгорания, углерод, биоэтанол, плотность, технический анализ.

**I. N. Varivodina,**

Associated professor, PhD, head of forest genetics and biotechnology department of Federal State Institution "All-Russian research institute of forest, genetics, breeding and biotechnology", Voronezh, Russia, varivodinna@rambler.ru

**V. A. Varivodin,**

Federal State Institution "All-Russian research institute of forest, genetics, breeding and biotechnology", PhD, Voronezh, Russia, warivodin@mail.ru

### **SELECTION AND RESEARCH SUSTAINABLE AND PRODUCTIVE GENOTYPES OF FASTGROWING WOODY PLANTS BASED ON INNOVATIVE BIOTECHNOLOGY TO CREATE ENERGY PLANTATIONS**

*The possibility of implementing a project for the mass replication of planting material of fast-growing tree species most suitable for the production of biofuel with guaranteed, complete preservation of the target trait using modern methods of biotechnology was discussed in article.*

**Keywords:** biomass, biofuels, energy plantation, energy trees, renewable energy, fast-growing woody plants, heat of combustion, carbon, ethanol fuel, density, proximate analysis.

На сегодняшний день доля Российской Федерации на мировом рынке биотехнологий составляет менее одного процента, а по ряду промышленных направлений (биоразлагаемые материалы, биотопливо) продукция практически не производится. В этой связи необходима реализация последовательных мер, направленных на выход России на уровень производства биотехнологической продукции в размере около одного процента валового внутреннего продукта и создание условий для достижения уровня производства указанной продукции не менее трех процентов валового внутреннего продукта к 2030 году. Эти показатели отмечены в Плане мероприятий «Дорожная карта» по развитию биотехнологий и генной инженерии в РФ, который утвержден Распоряжением Правительства РФ от 28 февраля 2018 г. № 337-р [1].

Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года подготовлена с учетом национальных целей и стратегических задач, определенных указами Президента Российской Федерации. Целью Стратегии развития лесного комплекса является выход России на лидирующие позиции в области разработки биотехнологий, в том числе промышленной биотехнологии и биоэнергетики, и создание конкурентоспособного сектора биоэкономики. Для достижения цели Программы должен быть решен комплекс задач, одной из которых является создание промышленной базы развития биоэнергетики, включая производство электроэнергии и тепла из биомассы, производство биотоплива [2].

Целью предлагаемой работы является получение значимых научных результатов путем отбора и изучения биомассы быстрорастущих древесных растений для создания в РФ энергетических лесных плантаций. Реализация поставленных целей позволит обеспечить российский лесопромышленный