

Метод стохастических автоматов позволяет достоверно решать различные оптимизационные задачи для сложных неоднозначных процессов в лесном комплексе. Разработав достаточно большой пакет программ на основе этого метода для разных видов работ лесного комплекса, можно значительно расширить области исследований по определению оптимальных параметров машин и оборудования для самых различных условий их работы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Батищев Д.Н. Поисковые методы оптимального проектирования.- М.: Сов. радио, 1975. - 216 с. [2]. Пижурин А.А., Розенблит М.С. Исследование процессов деревообработки.- М.: Лесн. пром-сть, 1984.- 232 с. [3]. Пошарников Ф.В. Определение удельного сопротивления деформации почвы//Лесн. хоз-во.- 1976.- № 5.- С. 57-59.

Поступила 5 июля 1995 г.

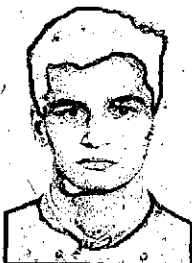
УДК 519.87:631.529

*Б.К. ТЕРМЕНА, В.В. БУДЖАК*

Черновицкий государственный университет



Термена Борис Константинович родился в 1932 г., окончил в 1963 г. Украинскую сельскохозяйственную академию, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой ботаники и охраны природы Черновицкого государственного университета. Имеет 107 печатных трудов в области дендрологии, адаптации древесных растений и математического моделирования адаптационных возможностей растений.



Буджак Василий Васильевич родился в 1971 г., окончил в 1993 г. Черновицкий государственный университет, аспирант кафедры ботаники и охраны природы. Имеет 10 печатных трудов.

## АДАПТАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЯБИНЫ ГЛОГОВИНЫ

На основании анализа биоэкологических особенностей в природных условиях и в различных пунктах интродукции с использованием методов математического моделирования выявлены адаптационные возможности *Sorbus torminalis* и составлена картосхема ее возможной интродукции в пределах евроазиатского континента.

The adaptational opportunities of *Sorbus torminalis* have been brought out and the chart has been made on its possible introduction within the European-Asian continent based on the analysis of bioecological peculiarities of the natural conditions and ones of different introduction areas using the methods of mathematical modelling.

Рябина глоговина (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz) – ценная древесная порода. Ее тяжелая прочная древесина, имитирующая дорогое красное дерево и сравнимая по качеству с древесиной самшита и бука, в основном шла на изготовление мебели [5]. Известны декоративность этого растения и лекарственные свойства плодов.

Уже в начале нашего века существовали сортиментные таблицы [2], что говорит о масштабах заготовки древесины глоговины в прошлом. В лесах западных областей Украины запасы этой породы резко сократились.

Сегодня рябина глоговина стала редкостью, мало используется в практике зеленого строительства и лесоводстве, хотя многие исследователи подчеркивают, что забыта она незаслуженно [4, 12]. Ее следует шире внедрять в лесные культуры, использовать для озеленения и за пределами естественного ареала.

Рябина глоговина распространена главным образом в Средней и Южной Европе, Северной Африке и Малой Азии. Обычно растет отдельными деревьями или небольшими группами. Встречается в каштановых и буковых лесах Средиземноморья. В сосновых лесах Альп имеет вид кустарника или небольшого дерева. Широко распространена на Кавказе. На Украине произрастает крайне редко в широколиственных лесах Карпат, Западной и Правобережной Лесостепи. Восточная граница ее распространения проходит вдоль р. Неман, Припять, Южный Буг [15].

В культуре ареал этого вида значительно шире, что дает основание для изучения адаптационных возможностей рябины глоговины в целях более широкого внедрения в культуру и расширения культурного ареала. Она известна в Минске, Каунасе, Саласпилсе [11], Ростове-на-Дону [1], Москве [13], Усурийске [8], а также в Курской, Ростовской областях [6], на лесостепной опытной станции в Липецкой области [7]. Встречается в культуре в С.-Петербурге [3], где лишь в некоторые годы с теплым сухим летом и мягкой зимой отмечено плодоношение.

За границей естественного ареала, особенно в северо-восточных районах, где недостаточно тепла и сравнительно мало солнечных дней, семена *S. torminalis* не вызревают. Можно предположить, что это одна из

**Шкала интегральной оценки жизнеспособности  
и перспективности древесных растений**

Показатель	Балл
<b>Ростовые процессы</b>	
Изменяет жизненную форму	0,1
Рост:	
угнетенный, но форма сохраняется	0,5
ниже нормального	1,0
нормальный	1,5
выше нормального	2,0
<b>Генеративное развитие</b>	
Не цветет	0,1
Цветет спорадически, в благоприятные годы, не плодоносит	0,5
Цветет нормально, не плодоносит	1,0
Плодоносит спорадически, жизнеспособность семян низкая	1,5
Плодоносит слабо	2,0
Семенная продуктивность нормальная, но жизнеспособность семян низкая	2,5
Плодоносит обильно, образует вполне жизнеспособные семена	3,0
<b>Зимостойкость</b>	
Растение вымерзает целиком	0,1
Обмерзание:	
всей надземной части	0,3
кроны до снегового покрова	0,5
двухлетних и более старых частей растений	1,0
50...100 % длины однолетних побегов	1,5
не более 50 % длины однолетних побегов	2,0
Повреждений нет	2,5
<b>Засухоустойчивость</b>	
Растения не засухоустойчивы. Листья теряют тургор, который не восстанавливается даже при поливе. Наблюдаются массовые ожоги листьев	0,1
Растения малозасухоустойчивы. Листья в засуху теряют тургор, который до конца вегетационного периода восстанавливается медленно или совсем не восстанавливается. Наблюдается засыхание листовой пластинки без появления осенней окраски. Для нормального роста и развития требуют систематического полива в течение летнего периода	0,3
Растения относительно устойчивы к засухе. Листья в засуху теряют тургор, который возобновляется при поливе и дожде. Часть листьев имеет незначительные ожоги. Успешно растут с обязательным поливом в засушливый период	0,5
Растения засухоустойчивы, т. е. переносят засуху без повреждений, могут расти и развиваться без полива	1,0

Примечание. В основу оценки показателей положены соответствующие шкалы оценок, разработанные П.И. Лапиным и С.В. Сидневой [10]. Шкала засухоустойчивости разработана А.Н. Кормилициным [9].

причин, не позволяющих рябине глоговине распространиться на север и восток. В то же время сегодня обсуждаются находки *S. torminalis* на территории Бельгии, севернее от границы ее естественного ареала в Арденских горах [16].

В целях изучения адаптационных особенностей рябины глоговины нами была составлена матрица основных климатических показателей, отобранных на основании факторного и корреляционного анализов. В ее основу положены многочисленные литературные данные, результаты анализа ростовых процессов, характера генеративного развития, зимо- и засухоустойчивости исследуемого вида в различных климатических условиях (табл. 1), а также личные наблюдения и материалы интродукционной работы ботанических садов.

Факторным и корреляционным анализом установлено, что многие климатические показатели линейно зависимы, вследствие чего стало возможным ограничиться 11 параметрами уравнений, суммарное влияние которых охватывает 95,5...99,9 % общего воздействия комплекса климатических факторов. Существенность коэффициентов множественной корреляции проверена с помощью критерия Стьюдента [14].

В связи с ограничением числа пунктов интродукции рябины глоговины, для построения математической модели адаптационных возможностей *S. torminalis* использована диалоговая система (ДС), разработанная в Киевском институте кибернетики им. В.М. Глушкова на основании метода группового учета аргументов (МГУА). Метод МГУА основан на поиске моделей оптимальной сложности путем перебора большого числа моделей-претендентов по так называемым внешним критериям. Использование ДС наиболее эффективно на начальных этапах изучения объекта или процесса, а также для получения оптимальной математической модели по результатам экспериментальных наблюдений при недостаточности знаний о структуре внутренних взаимосвязей. Область использования системы – моделирование и прогнозирование сложных природных, экологических процессов и систем.

При использовании данной системы на ПЭВМ было получено 11 моделей адаптационных возможностей рябины глоговины. Наиболее адекватной оказалась модель

$$CKO = 0,1399; R = 0,2810;$$

$$Y = -0,1099 + 1,0010Y_7(3) + 6,0679 \cdot 10^{-4}X_{10},$$

где  $Y_7(3) = 0,0269 + 1,0151Y_6(3) - 5,8865 \cdot 10^{-3}X_7;$

$$Y_6(3) = 0,2198 + 0,9747Y_5(3) + 0,0115X_4;$$

$$Y_5(3) = 1,8639 + 0,8699Y_4(3) + 0,1679X_3 - 8,6617 \cdot 10^{-3}Y_4(3)X_3 + 2,8699 \cdot 10^{-3}(X_3)^2;$$

$$Y_4(3) = -0,0206 + 0,4390Y_3(3) + 0,5645Y_3(8);$$

$$Y_3(3) = -0,0250 + 0,1736Y_2(3) + 0,8308Y_2(6);$$

$$Y_3(8) = -1,9117 + 1,5272Y_2(8) - 0,1506X_8 - 0,0631Y_2(8)X_8 + 0,0444(X_8)^2;$$

$$Y_2(3) = -0,1466 + 0,5221Y_1(3) + 0,5031Y_1(6);$$

$$Y_2(6) = 10,8170 + 1,4427Y_1(6) - 0,6438X_{11} - 0,0730(Y_1(6))^2;$$

$$Y_2(8) = -0,4069 + 0,6646Y_1(8) + 0,5056Y_1(6) - 0,0156Y_1(8)Y_1(6);$$

$$Y_1(3) = 9,4322 + 0,2968X_3 - 0,0771X_9 - 0,0175X_3X_9;$$

$$Y_1(6) = 9,1787 - 1,3105X_6 - 0,0526X_3 - 0,2760X_6X_3 - \\ - 3,3194(X_3)^2 - 0,0120(X_3)^2;$$

$$Y_1(8) = -15,190 + 2,0842X_8 + 0,1063X_2 - 0,0115X_8X_2 + 0,0428(X_8)^2,$$

СКО – средняя квадратичная ошибка моделирования;

R – максимальная разность между фактическим и модельным значениями;

Y – интегральный показатель жизнеспособности и перспективности в баллах,  $Y = 0,4 \dots 8,5$ ;

$X_2$  – число дней с температурой выше  $+5^\circ\text{C}$ ;

$X_3$  – средний из абсолютных годовых минимумов температуры воздуха;

$X_4$  – средняя температура воздуха наиболее холодного месяца;

$X_6$  – коэффициент увлажнения;

$X_7$  – средний дефицит влажности воздуха в период спорофилогенеза;

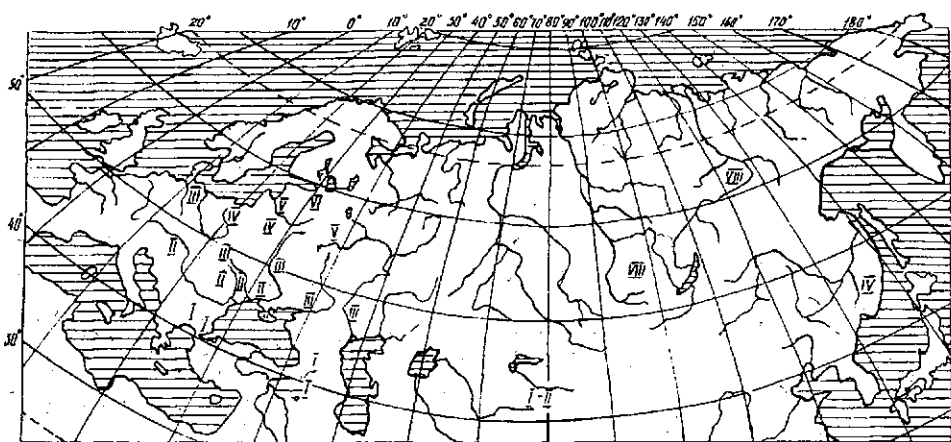
$X_8$  – среднесуточная температура воздуха в период микро- и макроспорогенеза;

$X_9$  – среднесуточная температура воздуха в осенний период вегетации;

$X_{10}$  – показатель континентальности климата;

$X_{11}$  – показатель фотопериодического действия.

Модель адаптационных возможностей *S. torminalis* нами использована для составления картосхемы интродукции данного вида на территории евроазиатского континента (см. рисунок). Математическое моделирование позволяет установить комплексное действие основных метеорологических и климатических факторов с учетом их компенсаторного действия или объединения отдельных факторов в единый комплекс, который усиливает негативное воздействие каждого из них. Другие методы для этого непригодны.



Картосхема возможной интродукции *Sorbus torminalis* (L.) Crantz: I – натурализовавшаяся; II – вполне перспективна; III – перспективна; IV – менее перспективна; V – малоперспективна; VI – условно перспективна; VII – неперспективна; VIII – абсолютно непригодна

Важна также возможность предвидеть характер будущего генеративного развития, что особенно ценно для видов с длительным ювенильным периодом. Успешность интродукции можно спрогнозировать с определенной гарантией, что, в свою очередь, дает большой экономический эффект за счет исключения затрат на непосредственное испытание нового вида в культуре.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бойченко Е. П. Презимовка древесных и кустарниковых растений в Ростове-на-Дону в 1953/54 гг. // Бюл. Глав. бот. сада. - 1955. - Вып. 22. - С. 20 - 24.
- [2]. Волощук А. С. Реликтовое дерево береки // Вісник садів винограду і огородництва. - Харків, 1930. - № 9,10. - С.29 - 35. [3]. Вольф Э. П. Наблюдения над морозостойкостью древесных растений. - Петроград, 1917. - 49 с. [4]. Гурский А. В. Основные итоги интродукции древесных растений в СССР. - М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1957. - 302 с. [5]. Деревья и кустарники, культивируемые в Украинской ССР (покрытосеменные). - К.: Наук. думка, 1986. - 720 с. [6]. Древесные растения Главного ботанического сада АН СССР. - М.: Наука, 1975. - 547 с. [7]. Колесников А. И. Декоративная дендрология. - М.: Лесн. пром-сть, 1974. - 704 с. [8]. Копия отчета о НИР АН СССР, ДВНЦ. - Уссурийск, 1971. - 382 с. [9]. Кормилицин А. Н. Методические рекомендации по подбору деревьев и кустарников для интродукции на юге СССР. - Ялта: Таврида, 1977. - 29 с. [10]. Лапин П. И., Сиднева С. В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений // Опыт интродукции древесных растений. - М.: ГБС АН СССР, 1973. - С.7-68. [11]. Мауринь А. М., Пука Т. Ф., Риекстинь Н. Р. Декоративные древесные и кустарниковые породы в коллекциях ботанического сада в Саласпилсе // Бюл. Глав. бот. сада. - М.: Наука, 1960. - Вып. 29. - С. 14 - 25. [12]. Озеленение населенных мест. - К.: Изд-во Академии архитектуры Украинской ССР, 1952. - 745 с. [13]. Петрова И. П. Особенности роста видов рябин в Москве в 1979 году // Бюл. Глав. бот. сада. - М.: Наука, 1981. - Вып. 122. - С.35 - 40. [14]. Термена Б. К., Кибич И. В., Станкевич Л. Г. Прогнозирование результатов интродукции некоторых восточноазиатских древесных растений семейства *Rosaceae* // Бюл. Глав. бот. сада. - М.: Наука, 1987. - Вып. 145. - С. 8 - 14. [15]. Чопик В. И. Редкие и исчезающие растения Украины. - К.: Наукова думка, 1978. - 211 с. [16]. Stein J. L'abisier (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz) en ardenne belge // Natura mosana. - 1986. - 39, N1. - S. 4 - 9.

Поступила 26 июня 1995 г.