

## **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ АДАПТАЦІЙНИХ ЗДАТНОСТЕЙ SYRINGA PERSICA L.**

*На основі вивчення ростових процесів, генеративного розвитку, зимостійкості й засухостійкості дано інтегральну оцінку та побудовано математичну модель адаптаційних здатностей *Syringa persica* L.*

Уведення в культуру й розширення ареалів перспективних видів рослин є однією з найважливіших проблем освоєння ресурсів світової флори. Розв'язання цієї проблеми пов'язане з інтродукцією високодекоративних видів, потреба в яких постійно зростає, проте забезпечується не повністю. Одним із найперспективніших щодо цього є рід *Syringa* L. (родина Oleaceae Lindl.), види якого відрізняються тривалим і рясним цвітінням, різноманітністю забарвлення квіток, високою загальною декоративністю. Однак, незважаючи на популярність бузків у багатьох країнах світу, на території України рід *Syringa* належить до числа маловикористовуваних. Серед рослин цього роду значний інтерес становить бузок персидський.

Метою дослідження було математичне моделювання й оцінка потенційних адаптаційних здатностей *Syringa persica* L. в аспекті інтродукційного прогнозу.

*S. persica* – це розкидистий кущ заввишки до 2,5 м. Листки від ланцетних до вузькояйцеподібних, темно-зелені. Квітки лілово-рожеві, запашні. Цвіте щорічно й рясно у травні – червні. Досить зимостійкий.

Щодо походження цього виду існує багато суперечливих думок. Тривалий час областю його природного місцезростання вважали Іран, де *S. persica* дико зростає на схилах гір. Пізніше було встановлено, що цей вид утворився в умовах китайської

флори. Нині, крім Ірану, бузок персидський у дикому стані зростає у Західних Гімалаях, Афганістані і на Кавказі [2].

Деякі дослідники вважають, що цей вид відомий тільки в культурі. На їх думку, *S. persica* взагалі є не самостійним видом, а гібридом *S. afghanica* × *S. vulgaris* [1].

На основі вивчення біоекологічних властивостей, аналізу підсумків інтродукції у різних географічних районах з урахуванням кліматичних умов природних місць зростань побудовано математичну модель адаптаційних здатностей *S. persica* [3]. З цією метою застосовано діалогову систему (ДС) на основі методу групового обліку аргументів в умовах обмеженого числа експериментальних даних (МГОА). На відміну від відомих пакетів регресійної ідентифікації, в оригінальних алгоритмах ДС МГОА реалізовано принципи зовнішніх доповнень і послідовності вибору, що дає змогу автоматизувати процес побудови моделей у заданих класах базисних функцій. ДС МГОА дозволяє розв'язувати задачі структурно-параметричної ідентифікації моделей складних об'єктів, процесів і систем в умовах обмеженої кількості експериментальних даних, їх зашумленості і неповної визначеності як за складом інформативних вхідних (незалежних) змінних, так і за структурою моделей. Пошук моделі оптимальної складності проводиться автоматично – шляхом перебору моделей-претендентів за зовнішніми критеріями і формується поліном заданого ступеня.

Математична модель адаптаційних здатностей *S. persica*

$$СКВ^1 = 3.6652e - 001 \quad R^2 = 1.1510e + 000$$

$$y = -1.2510e - 005 + 1.0000e * y_6(7)$$

$$y_6(7) = -1.0210e + 000 + 1.0253e + 000 * y_5(7) + 5.240e - 002 * x_{11}$$

$$y_6(10) = 2.8500e - 006 + 1.0000e + 000 * y_5(10)$$

$$y_5(4) = 9.7163e - 001 + 8.2589e - 001 * y_4(4) - 4.7234e - 003 * x_{10} + 8.4663e - 004 * y_4(4) * x_{10}$$

$$y_5(7) = -9.1089e - 003 + 2.8568e - 001 * y_4(7) + 7.1604e - 001 * y_4(4)$$

$$y_5(10) = 1.9037e - 006 + 1.0000e + 000 * y_4(10)$$

$$y_4(2) = -4.3570e - 002 + 6.631e - 001 * y_3(2) + 3.4505e - 001 * y_3(10)$$

$$y_4(4) = -1.8153e + 000 + 1.5369e + 000 * y_3(4) + 8.9622e - 002 * x_7 - 9.3709e - 003 * y_3(4) * x_7 - 5.2399e - 002 * (y_3(4))^2$$

$$y_4(7) = -1.9615e - 002 + 5.364e - 001 * y_3(7) + 4.6723e - 001 * y_3(9)$$

$$y_4(10) = -2.5476e - 002 + 2.9206e - 001 * y_3(10) + 7.1273e - 001 * y_3(1)$$

$$y_3(1) = -5.0646e - 001 + 4.0893e - 001 * y_2(1) + 8.3526e - 001 * y_2(8) - 2.4877e - 002 * y_2(1) * y_2(8)$$

$$y_3(2) = 2.6834e + 000 + 4.9932e - 001 * y_2(2) - 1.3470e - 002 * x_{10} + 2.5777e - 003 * y_2(2) * x_{10}$$

$$y_3(4) = -8.8091e - 002 + 4.3619e - 001 * y_2(4) + 5.8039e - 001 * y_2(8)$$

$$y_3(7) = 2.6922e - 002 + 1.0635e + 000 * y_2(7) - 3.5534e - 002 * x_9$$

$$y_3(9) = -4.9991e - 002 + 6.0378e - 001 * y_2(9) + 4.0563e - 001 * y_2(3)$$

$$y_3(10) = -4.9597e - 002 + 2.0911e - 001 * y_2(10) + 8.0023e - 001 * y_2(3)$$

$$y_2(1) = -5.2182e - 001 + 3.6026e - 001 * y_1(1) + 8.7175e - 001 * y_1(3) - 2.2543e - 002 * y_1(1) * y_1(3)$$

$$y_2(2) = -4.7795e + 000 + 1.9968e + 000 * y_1(2) + 2.5988e - 001 * x_7 - 2.8753e - 002 * y_1(2) * x_7 - 7.2992e - 002 * (y_1(2))^2$$

$$y_2(3) = -3.7738e + 000 + 1.0217e + 000 * y_1(3) + 5.0979e - 002 * x_{10} + 4.0759e - 004 * y_1(3) * x_{10} - 2.0253e - 002 * (y_1(3))^2 - 1.5556e - 004 * (x_{10})^2$$

$$y_2(4) = -6.5068e - 001 + 5.548e - 001 * y_1(4) + 7.10007e - 001 * y_1(3) - 2.4015e - 002 * y_1(4) * y_1(3)$$

$$y_2(7) = 5.0820e + 000 + 1.8360e - 001 * y_1(7) - 2.7128e - 002 * x_{10} + 4.3538e - 003 * y_1(7) * x_{10}$$

$$y_2(8) = -4.7859e + 000 + 2.0795e + 000 * y_1(8) + 2.2537e - 001 * x_7 - 4.9679e - 002 * y_1(8) * x_7 + 3.5277e - 002 * (y_1(8))^2 + 3.2032e - 003 * (x_7)^2$$

$$y_2(9) = -4.9450e + 000 + 2.0937e + 000 * y_1(9) + 2.6083e - 001 * x_7 - 2.9812e - 002 * y_1(9) * x_7 - 8.0337e - 002 * (y_1(9))^2$$

$$y_2(10) = -5.9815e + 000 + 2.0331e + 000 * y_1(10) + 3.3413e - 001 * x_7 - 5.7303e - 002 * y_1(10) * x_7 - 1.2347e - 002 * (y_1(10))^2 + 1.6742e - 003 * (x_7)^2$$

$$y_1(1) = 3.4790e + 000 + 4.5050e - 004 * x_1 + 6.5547e - 001 * x_8 - 1.3003e - 004 * x_1 * x_8 + 1.4635e - 002 * (x_8)^2$$

$$y_1(2) = 5.6789e + 000 + 8.7814e - 003 * x_2 + 4.3818e - 001 * x_4 - 6.3737e - 004 * x_2 * x_4 + 5.4769e - 003 * (x_4)^2$$

$$y_1(3) = 1.2051e + 001 + 3.3569e - 001 * x_3 - 1.3310e - 001 * x_7 - 1.0012e - 002 * x_3 * x_7$$

$$y_1(4) = 8.7074e + 000 + 1.6316e - 001 * x_4 - 1.6176e + 000 * x_6$$

$$y_1(7) = 2.7957e + 000 + 1.1898e - 001 * x_7 + 5.7316e - 001 * x_8 - 1.4165e - 002 * x_7 * x_8$$

$$y_1(8) = 1.0377e + 000 + 4.2900e - 001 * x_8 + 4.6923e - 002 * x_{10} - 5.6972e - 004 * x_8 * x_{10} + 4.5531e - 003 * (x_8)^2 - 1.4957e - 004 * (x_{10})^2$$

$$y_1(9) = -2.1739e - 001 + 1.0303e + 000 * x_9 - 2.5949e - 002 * x_4 + 2.2030e - 002 * x_9 * x_4 - 3.2340e - 002 * (x_9)^2$$

$$y_1(10) = 6.3669e - 001 + 1.2718e - 001 * x_{10} + 3.1953e - 001 * x_3 - 8.8454e - 004 * x_{10} * x_3 - 4.1237e - 004 * (x_{10})^2$$

де <sup>1</sup> — СКВ — середньоквадратичне відхилення моделювання; <sup>2</sup> — R — максимальна різниця між фактичним і модельним значенням; y — інтегральний показник життєздатності й перспективності деревних рослин, бали (0,4—8,5); x<sub>1</sub> — суми температур вище 10 °С; x<sub>2</sub> — кількість днів з температурою вище +5 °С; x<sub>3</sub> — середній із абсолютних річних мінімумів температури повітря, °С; x<sub>4</sub> — середня температура найбільш холодного місяця, °С; x<sub>5</sub> — показник відносних температур повітря за другу половину зими; x<sub>6</sub> — коефіцієнт зволоження; x<sub>7</sub> — середній дефіцит вологи повітря за липень; x<sub>8</sub> — середня добова температура повітря у весняний період, °С; x<sub>9</sub> — середня добова температура повітря в осінній період вегетації, °С; x<sub>10</sub> — показник континентальності клімату; x<sub>11</sub> — показник фотоперіодичного впливу.

Прогноз перспективності інтродукції *Syringa persica*

Пункти інтродукції	y	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>6</sub>	x <sub>7</sub>	x <sub>8</sub>	x <sub>9</sub>	x <sub>10</sub>	x <sub>11</sub>
Алма-Ата	7,5	3410	218,0	-26,0	-7,4	0,68	0,7	29,8	6,2	13,2	215,0	15,2
Архангельськ	2,8	1225	90,0	-33,0	-12,8	0,93	2,2	9,8	-4,7	4,4	133,0	22,3
Бішкек	7,5	3600	227,0	-26,0	-5,4	0,65	0,6	35,7	7,6	13,8	214,0	15,0
Брест	6,2	2560	208,0	-22,0	-4,4	0,74	1,1	13,2	4,0	10,6	174,0	17,4
Вільнюс	5,1	2320	194,0	-25,0	-5,5	0,85	1,9	11,2	1,0	9,1	130,0	17,3
Владивосток	2,4	2239	190,3	-26,0	-14,4	0,90	2,0	5,3	0,3	12,4	248,0	15,2
Воронеж	5,8	2559	187,0	-29,0	-9,3	0,85	1,1	19,3	0,9	9,2	193,0	17,2
Дніпропетровськ	6,0	3180	211,0	-22,0	-5,4	0,71	0,7	25,4	4,7	12,3	173,0	16,5
Донецьк	6,4	3140	205,0	-33,0	-6,0	0,75	0,9	24,5	4,1	12,0	173,0	16,1
Іркутськ	1,4	1572	148,0	-41,0	-21,2	1,04	1,5	11,3	-4,8	4,1	224,0	17,3
К.-Подільський	6,2	2765	202,0	-23,0	-5,0	0,41	1,0	16,6	4,7	11,5	153,0	16,5
Калінінград	5,8	2320	204,0	-20,0	-3,0	0,71	1,6	9,7	3,5	10,6	115,0	17,3
Каунас	5,6	2350	196,0	-23,0	-4,9	0,71	1,3	10,4	2,8	9,9	126,0	17,2
Київ	6,5	2705	202,0	-23,0	-6,1	0,75	1,0	18,5	3,4	16,5	156,0	17,0
Кишинів	8,0	3125	225,0	-21,0	-3,6	0,64	0,7	23,0	5,9	12,9	161,0	15,5
Краснодар	6,5	3602	239,0	-23,0	-1,8	0,56	0,8	24,3	7,6	14,5	168,0	15,3
Ліпецьк	5,4	2544	185,0	-30,0	-10,3	0,86	1,1	17,1	0,6	9,0	178,0	17,1
Львів	6,5	2625	214,0	-20,0	-3,8	0,70	1,2	23,1	5,0	11,3	138,0	16,5
Мінськ	5,1	2210	186,0	-27,0	-6,9	0,80	1,6	12,0	1,6	8,6	136,0	17,2
Москва	5,0	2055	175,0	-32,0	-10,2	0,87	1,5	13,6	-0,4	7,4	154,0	17,3
Н. Новгород	3,4	1374	169,0	-31,0	-12,0	0,91	2,7	12,9	-1,1	7,0	171,0	18,4
Одеса	7,1	3385	228,0	-17,0	-2,6	0,63	0,6	23,4	5,6	14,3	164,0	15,5
Орел	5,1	2286	180,0	-30,0	-9,2	0,89	1,3	15,1	0,2	8,2	160,0	16,5
Петрозаводськ	3,9	1554	154,0	-28,0	-9,7	0,88	2,1	9,9	-2,4	6,3	129,0	20,3
Рига	5,1	2170	189,0	-21,0	-4,5	0,73	1,5	9,6	2,1	9,5	120,0	17,5
Ростов-на-Дону	6,0	3250	214,0	-23,0	-5,8	0,66	0,8	26,4	4,6	12,8	170,0	16,0
С.-Петербург	4,5	1866	173,0	-31,0	-7,9	0,86	1,6	11,8	-0,6	7,8	130,0	19,3
Саратов	6,6	3012	192,0	-30,0	-11,1	0,9	0,7	26,6	0,9	10,6	189,0	17,2
Сімферополь	6,8	3145	240,0	-19,0	-1,0	0,53	0,8	21,9	6,2	13,9	155,0	15,3
Ташкент	7,9	4391	263,0	-19,0	-0,9	0,47	0,4	43,2	1,1	16,0	200,0	15,2
Тбілісі	8,0	3965	273,0	-9,0	1,3	0,35	0,7	29,7	9,7	16,6	163,0	15,2
Тинда	1,3	1404	129,0	-51,0	-31,7	1,06	2,1	19,9	-10,0	0,3	284,0	17,3
Томськ	1,2	1750	153,0	-44,0	-19,2	0,93	1,6	10,8	-5,1	5,1	200,0	17,4
Ужгород	6,6	3035	235,0	-18,0	-2,8	0,66	1,2	18,1	7,1	12,6	143,0	16,4
Феодосія	7,0	3757	250,0	-15,0	0,6	0,42	0,5	25,3	6,9	15,8	156,0	15,3
Хабаровськ	1,4	2469	178,0	-35,0	-22,3	1,04	1,4	10,9	-2,7	8,9	270,0	16,5
Харків	6,3	2775	201,0	-26,0	-7,1	0,80	0,9	20,7	3,1	10,4	167,0	17,2
Чернівці	6,3	2740	216,0	-23,0	-5,0	0,68	1,2	14,6	4,9	11,4	153,0	16,3
Якутськ	1,0	1565	97,0	-57,0	-43,2	1,06	0,8	18,2	-14,8	-0,9	164,0	20,5

Для інтегральної оцінки адаптаційних здатностей рослин урахували характер ростових процесів, генеративний розвиток, зимостійкість і засухостійкість [4].

При застосуванні такої системи на персональному комп'ютері (Pentium III, 700

MHz) отримано математичну модель, яка досить адекватно відображає потенційні адаптаційні здатності досліджуваного виду.

На цій основі розроблено прогнозні показники перспективності інтродукції *S. persica* (див. таблицю).

Результати проведених нами досліджень можуть бути використані в практиці інтродукції для оптимізації культивеного ареалу *S. persica*, а також для теоретичних розробок прогнозування успішності інтродукції перспективних видів деревних рослин.

1. *Александрова М.* Аристократы сада: красивоцветущие кустарники. – М.: ЗАО "Фитон +", 2000. – 192 с.

2. *Горб В.К., Белорусец Е.Ш.* Сирень. – К.: Урожай, 1990. – 176 с.

3. *Термена Б.К.* О выявлении адаптационных возможностей древесных интродуцентов (в связи с климатическими условиями) // Бюл. Гл. ботан. сада АН СССР. – 1982. – Вып. 125. – С. 10–17.

4. *Термена Б.К., Буджак В.В.* Біоекологічні аспекти прогнозування інтродукції деревних рослин. – Чернівці: Рута, 1998. – 170 с.

Рекомендував до друку П.Є. Булах

*Б.К. Термена, І.І. Даскалюк*

Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича, Украина, г. Черновцы

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ  
АДАПТАЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ  
SYRINGA PERSICA L.

На основании изучения ростовых процессов, генеративного развития, зимостойкости и засухоустойчивости дана интегральная оценка и построена математическая модель адаптационных способностей *Syringa persica* L.

*Б.К. Термена, І.І. Даскалюк*

Yu. Fedkovych Chernivtsy State University, Ukraine, Chernivtsy

MATHEMATICS FORECASTING OF ADAPTATIVE  
POSSIBILITIES OF SYRINGA PERSICA L.

The mathematics forecast (model) and integral estimation of adaptative ability of *Syringa persica* L. is formed as a result of the investigation on growth, development, winter and drought resistance of this species.