

## МОДЕЛЮВАННЯ СТАНУ ОВОДНЕНOSTІ ТКАНИН ЛИСТІВ РІЗНИХ ЗА ПОСУХОСТІЙКІСТЮ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН

**І.О.ЗАЙЦЕВА, кандидат біологічних наук**

*Дніпропетровський національний університет*

---

*Розглянуто можливості використання аналітичного підходу у вирішенні задач кількісної оцінки залежності оводненості листів від температури і суми опадів на прикладі інтродукованих у Степове Придніпров'я родових комплексів *Philadelphus L.*, *Deutzia Thunb.*, *Syringa L.*, *Acer L.* Одержані значення показника  $W_{екстр.}$  – кількості вологи, необхідної для нормального функціонування окремих видів деревно-чагарникових рослин в умовах певного температурного режиму вегетаційного періоду. Встановлено зв'язок розрахованих критеріїв з посухостійкістю рослин, що дозволяє прогнозувати реакцію інтродуцентів на стресові умови зростання.*

### ***Водний режим, посухостійкість, гідротермічні фактори, нелінійна регресія, деревні інтродуценти***

Актуальною проблемою створення стійких зелених насаджень у степовій зоні України є забезпечення водопостачання, необхідного для нормальної життєдіяльності рослин. Ця величина визначається ступенем вологолюбності рослин та погодними умовами під час вегетації. Прогностичні оцінки необхідної кількості вологи залежно від температури і умов зволоження вегетаційного періоду є важливою складовою підтримання життєздатності зелених насаджень. Як критерій функціонального стану рослин за умов гідротермічного стресу може бути використаний показник оводненості тканин листя. Багатьма дослідниками загальна оводненість тканин використовується як важливий показник водообміну, з яким пов'язані інші фізіологічні процеси та біохімічні реакції рослинних клітин. Відомо [1, 9], що цей показник досить лабільний і варіює в широких межах залежно від умов вологозабезпеченості, освітлення, температури того середовища, яке формується в місці зростання рослини. В той же час, за оптимального вологозабезпечення різним за

екологічними властивостям рослинам притаманний свій визначений рівень оводненості, що забезпечує гомеостаз рослинного організму.

В дослідженнях водного режиму сільськогосподарських рослин встановлено, що різні за посухостійкістю сорти пшениці під час зневоднення більше відрізняються між собою саме за вмістом води у листках, ніж за іншими показниками, наприклад за відносним водним дефіцитом [7]. Рівень оводненості може бути використаний для характеристики особливостей водообміну різних екологічних груп, як це показано на прикладі трав'янистих і деревних рослин ялівцево-дубових лісів у Криму – ксерофітів, мезоксерофітів, ксеромезофітів [8]. Стійкі проти посухи рослини характеризуються дещо меншою оводненістю тканин. Виходячи з цього, можна припустити, що для підтримки стабільного функціонування посухостійким рослинам необхідна менша порівняно з мезофітними видами вологозабезпеченість.

**Метою дослідження** було вивчення впливу гідротермічних умов, які спостерігаються під час вегетації, на стан оводненості рослинних тканин, а також можливості кількісного прогнозу потреби у воді рослин, які різняться за стійкістю проти водного стресу. Особливої актуальності такі дослідження набули в районах Степу України з несприятливими і часто стресовими умовами вегетації.

**Матеріали і методи дослідження.** Об'єктами досліджень були 40 видів деревно-чагарникових рослин – представників родових комплексів бузків (*Syringa L.*), садових жасминів (*Philadelphus L.*), дейцій (*Deutzia Thunb.*) та кленів (*Acer L.*), інтродукованих у ботанічному саду Дніпропетровського національного університету. Досліджувані види за своїм походженням представляють основні райони природного видового різноманіття арборифлори помірної зони і характеризуються різним ступенем стійкості проти посушливих умов Степового Придніпров'я.

Для визначення динаміки вмісту води у тканинах листків, відбирали проби з травня по вересень подекадно. Дослідні рослини на секторах ботанічного саду

знаходилися в умовах природного водопостачання і не поливалися.

Польову оцінку посухостійкості проводили методом візуальних спостережень за 5-бальною шкалою, використовуючи оригінальні розробки автора для цих об'єктів [4]. Обстеження робили тричі, з липня до вересня, в міру розвитку глибокої тривалої посухи. Враховували такі показники як ступінь тургесцентності листків, наявність опіків та некрозів, пожовтіння і висихання листя, зменшення листкової поверхні – літній листопад.

Погодні умови під час проведення досліджень характеризувалися підвищеною напруженістю гідротермічних факторів – середньомісячні температури в травні, серпні і вересні були вищими за середні багаторічні, а сума опадів значно нижчою за норму. У вересні опадів практично не було (0,7 мм за місяць).

Для математичного аналізу використовували дані за декадами, які передували кожному відбору проб – середню температуру повітря ( $t_i$ ) та кількість опадів ( $W_i$ ) за декаду (табл. 1).

### 1. Кліматичні показники за період досліджень

Місяць	Температура, °С				Сума опадів, мм			
	декада			за місяць	декада			за місяць
	1	2	3		1	2	3	
Квітень	<u>8,1</u>	<u>13,0</u>	<u>11,6</u>	<u>10,9</u>	<u>0,0</u>	<u>19,2</u>	<u>1,2</u>	<u>20,4</u>
	7,7	9,0	11,6	9,4	10	15	13	38
Травень	<u>13,5</u>	<u>17,0</u>	<u>24,1</u>	<u>18,2</u>	<u>14,8</u>	<u>0,5</u>	<u>0,1</u>	<u>15,4</u>
	14,2	16,6	17,3	16,0	13	17	16	46
Червень	<u>18,6</u>	<u>17,9</u>	<u>17,5</u>	<u>18,0</u>	<u>29,0</u>	<u>66,1</u>	<u>8,8</u>	<u>103,9</u>
	19,1	19,1	20,6	19,6	14	27	18	5
Липень	<u>19,3</u>	<u>21,4</u>	<u>23,6</u>	<u>21,4</u>	<u>36,9</u>	<u>6,4</u>	<u>11,4</u>	<u>54,7</u>
	20,8	21,7	21,3	21,3	21	17	18	56
Серпень	<u>24,8</u>	<u>22,1</u>	<u>21,5</u>	<u>22,8</u>	<u>0,1</u>	<u>27,6</u>	<u>4,6</u>	<u>32,3</u>
	21,6	20,9	19,3	20,6	9,0	13,0	15,0	37
Вересень	<u>17,9</u>	<u>19,1</u>	<u>16,6</u>	<u>17,8</u>	<u>0,0</u>	<u>0,7</u>	<u>0,0</u>	<u>0,7</u>
	17,6	15,2	13,0	15,3	15	10	12	37

Примітка: у чисенику – фактичні значення середньодекадної температури та суми опадів за декаду; у знаменнику – середньобагаторічні дані (норма).

**Результати та їх обговорення.** За результатами проведеного аналізу вмісту води в листках можна відзначити деякі особливості досліджуваних родових комплексів. У молодих тканинах листка на початку вегетації вміст води був найбільшим у дейцій (від 64,5% до 82,7%), дещо нижчим у садових жасминів (від 63,5% до 79,9%), бузків (від 67,0% до 83,4%) та кленів (від 61,2% до 79,2%). До кінця серпня в умовах гідротермічного стресу оводненість листків у всіх видів знижувалася по-різному, але послідовність родових комплексів зберігалася – в середній вміст води у листках дейцій був на рівні 69,9%, садових жасминів – 67,1%, бузків – 66,7%, кленів – 59,5%.

При вивченні механізмів водообмінних процесів найважливішим є визначення впливу гідротермічних факторів на оводненість тканин, серед яких температура і кількість опадів є основними факторами. При наявності певних закономірностей в межах родових комплексів, досить складно аналізувати різноманітні зміни оводненості листків впродовж вегетації в окремих видів, тому нами було проведене математичне моделювання. Поставлене завдання ускладнювалося тим, що значення температури повітря ( $t, ^\circ\text{C}$ ) і кількості опадів ( $W, \text{мм}$ ) під час спостережень в умовах польового дослідження змінювалися випадково. Ці обставини обмежують застосування звичайних емпірико-статистичних методів для оцінки впливу  $t$  і  $W$  внаслідок таких причин, як різна спрямованість впливу одного з факторів на коефіцієнт кореляції з іншим фактором; неможливість проведення двохфакторного експерименту в контрольованих модельних дослідженнях з деревно-чагарниковими рослинами; неоднозначність рішень при регресійному аналізі, що спричиняє необхідність графічної інтерпретації функції двох змінних у трьохмірному просторі.

У зв'язку з цим найдоцільнішим є інший шлях рішення цієї задачі, який використовується в математичному аналізі біосистем [6] – евристично створити рівняння, яке буде відображати існуючий взаємозв'язок параметрів, що вивчаються. Пошук такого рішення, його реалізація і зіставлення отриманих результатів з показниками стійкості рослин представлені в цій роботі.

Оводненість листків визначається головними факторами: екзогенними – температурою повітря ( $t, ^\circ\text{C}$ ) і кількістю опадів  $W, \text{мм}$ ; ендogenousними – структурно-функціональними особливостями листка в онтогенезі. Функціональний зв'язок між оводненістю тканин  $\theta$  (%) та цими факторами може бути представлений за аналогією рівнянням для стану газів  $P = RT/V$ , як функція двох змінних:

$$\Theta = f(t; W) \quad (1)$$

$$\Theta = LW / t \quad (2),$$

де  $\theta$  – оводненість листя, пропорційна  $W$  і обернено пропорційна  $t$ ;  $W$  – кількість опадів;  $t$  – температура повітря;  $L$  – коефіцієнт пропорційності.

Для точнішого описання реального стану оводненості тканин необхідно ввести коефіцієнти, які відображують біологічні (структурно-функціональні) особливості досліджуваних видів рослин, використовуючи для цього аналогію поправок і доповнень у рівнянні Ван-дер-Ваальса відносно до вихідного рівняння стану газів. В результаті з рівняння (2) отримуємо:

$$\Theta = LW / t + at - b\sqrt{W} \quad (3)$$

Коефіцієнт  $a$  відображує специфічні для кожного виду структурно-фізіологічні особливості, які лежать в основі механізмів адаптації до водно-температурного стресу і проявляються в ознаках ксероморфності листя, інтенсивності транспірації, ступеня жаростійкості листя, інтенсивності ланок метаболізму, компартаментації води в клітинах, осмотичних властивостей протопласту клітин. Коефіцієнт  $a$  перш за все пов'язаний з температурним фактором і здійснює найпомітніший вплив на величину оводненості тканин, що відображається у вигляді добутку  $at$  у рівнянні (3).

Коефіцієнт  $b$  відбиває ті механізми структурно-функціональної організації тканин, які забезпечують певний, найоптимальніший для кожного виду рівень оводненості за умов достатнього або навіть надлишкового водопостачання. Як такі механізми можна, наприклад, розглядати обмеження швидкого апопластного радіального транспорту води поясками Каспарі на рівні

ендодерми кореня, або регулювання енергозалежних процесів формування осмотичного градієнта в тканинах і органах рослин. Коефіцієнт  $b$  пов'язаний переважно з опадами і меншою мірою впливає на величину оводненості порівняно з коефіцієнтом  $a$ , що відображається у вигляді добутку  $b\sqrt{W}$  з від'ємним знаком.

Після перетворень отримуємо квадратичну функцію:

$$\frac{\Theta t}{W} = L + \frac{at^2}{W} - \frac{bt}{W^{1/2}}, \quad (4)$$

аналогічну рівнянню  $y_i = ax_i^2 - bx_i + L$ . (5)

Таким чином, залежність змінних  $t$ ,  $W$  і  $\Theta$  можна виразити у вигляді квадратичної функції узагальнених змінних  $y_i$ , до якої включені  $t$ ,  $W$ ,  $\Theta$ , та змінної  $x_i$ , до якої включені  $t$ ,  $W$ :

$$x_i = \frac{t_i}{W_i^{1/2}} \quad \text{і} \quad y_i = \frac{\Theta_i t_i}{W_i} \quad (6)$$

Використовуючи експериментальні дані з оводненості листя  $\Theta_i$  для кожного відбору проб розраховували узагальнені змінні  $y_i$  та  $x_i$  і отримали парні значення  $y_i$  та  $x_i$  для кожного виду, відповідно до кількості відборів проб. Розташували їх у порядку зростання значень  $x_i$ , отримали криві, які добре описуються квадратичною залежністю. Криві апроксимували квадратичною функцією ( $R^2=0,92-1,00$ ). В результаті апроксимації отримали числові значення коефіцієнтів  $a$ ,  $b$  та  $L$  (табл.2). Особливо слід відмітити, що для всіх досліджуваних видів були отримані від'ємні значення коефіцієнта  $b$ , що підтверджує наше припущення про механізми обмеження надходження води за надлишкового зволоження.

Коефіцієнти  $a$ ,  $b$  та  $L$  кількісно характеризують видову специфічність реакції рослин на посуху, що дає можливість провести порівняльний аналіз адаптивних властивостей рослин, різних за стійкістю проти водно-термічного стресу. В цілому коефіцієнти добре узгоджуються з результатами проведених

## 2. Коефіцієнти регресії квадратичної функції залежності узагальнених змінних $y_i$ і $x_i$

Вид	L	a	b	Вид	L	a	b
<i>S.vulgaris</i>	1,1757	0,0459	-0,315	<i>Ph.tenuifolius</i>	0,6180	0,0424	-0,179
<i>S.josikae</i>	0,3324	0,0427	-0,097	<i>Ph.magdalенаe</i>	0,8379	0,0471	-0,256
<i>S.persica</i>	0,7476	0,0438	-0,221	<i>Ph.delavayi</i>	0,7997	0,0444	-0,234
<i>S.oblata</i>	0,7446	0,0416	-0,205	<i>Ph.satsumanus</i>	0,5792	0,0375	-0,146
<i>S.wolfii</i>	0,5529	0,0441	-0,147	<i>Ph.verrucosus</i>	0,5406	0,0466	-0,157
<i>S.reflexa</i>	1,3163	0,0448	-0,322	<i>Ph.latifolius</i>	0,5192	0,0416	-0,162
<i>S.pekinensis</i>	0,6948	0,0442	-0,215	<i>Ph.gordonianus</i>	1,4688	0,0507	-0,395
<i>S.komarovii</i>	0,6179	0,0441	-0,173	<i>Ph.californicus</i>	0,5243	0,0408	-0,141
<i>S.yunnanensis</i>	0,4588	0,0418	-0,146	<i>Ph.microphyllus</i>	0,8108	0,0431	-0,236
<i>S.emodii</i>	0,2008	0,0335	-0,009	<i>Ph.mexicanus</i>	0,8172	0,0439	-0,817
<i>S.reticulata</i>	0,4569	0,0370	-0,113				
				<i>A.platanoides</i>	0,3661	0,0354	-0,124
<i>D.scabra</i>	1,5237	0,0510	-0,399	<i>A.pseudoplatanus</i>	1,8482	0,0548	-0,511
<i>D.discolor</i>	0,3663	0,0421	-0,121	<i>A.campestre</i>	0,6686	0,0382	-0,184
<i>D.purpurascens</i>	0,8702	0,0499	-0,234	<i>A.tataricum</i>	0,4128	0,0330	-0,128
<i>D.sieboldiana</i>	0,5940	0,0438	-0,162	<i>A.semenovii</i>	0,6230	0,0393	-0,195
<i>D.corymbosa</i>	0,9071	0,0497	-0,319	<i>A.ginnala</i>	0,2937	0,0361	-0,0981
<i>D.staminea</i>	0,3466	0,0410	-0,111	<i>A.monspessulanum</i>	0,9900	0,0449	-0,279
				<i>A.trautvetteri</i>	0,3379	0,0432	-0,125
<i>Ph.coronarius</i>	0,7580	0,04492	-0,242	<i>A.saccharinum</i>	0,4662	0,0340	-0,117
<i>Ph.caucasicus</i>	0,6555	0,0494	-0,198	<i>A.negundo</i>	1,3887	0,0517	-0,3689
<i>Ph.schrenkii</i>	0,5666	0,0442	-0,154				

нами раніше досліджень з оцінки водообмінних процесів та стійкості рослин [2, 3, 5]. Було проведене подальше вивчення отриманої функціональної залежності, а саме вивчалися точки екстремума функції, тобто величини найменшої оводненості, достатньої для нормального функціонування того чи іншого виду рослини. При фіксованій величині  $W$  оводненість тканин досягає свого мінімуму в точці  $t_{екстр}$ . Дослідження точки екстремуму проводили з використанням рівняння (4) через частинну похідну функції  $\Theta = f(W;t)$  за температурою. Похідну дорівнювали нулю, оскільки її беремо в точці мінімуму:

$$\frac{\partial \Theta}{\partial t} = -\frac{LW}{t^2} + a = 0 \quad (7)$$

За рівнянням (7) можна розрахувати значення кількості опадів, необхідне для підтримання мінімуму оводненості для нормальної життєдіяльності рослини, за певного заданого значення температури повітря:

$$W_{екстр} = \frac{at^2}{L} \quad (8)$$

Рівняння (8) пов'язує між собою незалежні змінні  $W$  і  $t$  через коефіцієнти  $a$  і  $L$ . Цей зв'язок також можна виразити через комбінацію коефіцієнтів, включаючи коефіцієнт  $b$  і використовуючи квадратичну залежність (5). Але в цьому аналізі ми обмежуємося рівнянням (8), яке можна трактувати як мінімальну кількість опадів, необхідну рослині для нормального функціонування за умов певного температурного режиму в період вегетації, без необхідності включення активного енергозалежного транспорту води.

Таким чином, критерій  $W_{екстр}$  визначає нижню межу гомеостазу в функціонуванні рослинних тканин у тих чи інших температурних умовах. Нижчі значення  $W_{екстр}$  свідчать про більшу стійкість рослини проти посухи, особливо за умов високих температур.

Результати розрахунку показника  $W_{екстр}$  наведені в табл. 3. Заданим параметром були два значення температури: середні величини за вегетаційний період з травня до вересня, і найвища середньодекадна температура за першу декаду серпня. В першому випадку, при  $t=19,6^\circ\text{C}$ ,

складаються сприятливі для рослин температурні умови, в другому – при середньодекадній температурі 24,8°C, яка перевищує норму на 3,2°C, температурний фактор має стресовий для рослин характер.

### 3. Значення $W_{екстр.}$ (мм за декаду) і посухостійкість рослин $M$ (бали)

В и д	$t=19,6$ °C	$t=24,8$ °C	$M$	В и д	$t=19,6$ °C	$t=19,6$ °C	$M$
<i>S.vulgaris</i>	14,9	24,0	5	<i>Ph.tenuifolius</i>	26,3	42,2	5
<i>S.josikae</i>	49,3	79,0	3,5	<i>Ph.magdalenae</i>	21,6	34,5	3,5
<i>S.persica</i>	22,5	36,0	5	<i>Ph.delavayi</i>	21,3	34,1	4
<i>S.oblata</i>	21,4	34,3	4,5	<i>Ph.satsumanus</i>	24,8	39,8	3
<i>S.wolfii</i>	30,6	49,0	2	<i>Ph.verrucosus</i>	33,1	53,0	3,5
<i>S.reflexa</i>	13,0	20,9	5	<i>Ph.latifolius</i>	30,7	49,2	4
<i>S.pekinensis</i>	24,4	39,1	5	<i>Ph.gordonianus</i>	13,2	21,2	5
<i>S.komarovii</i>	27,4	43,8	3	<i>Ph.californicus</i>	29,8	47,8	4
<i>S.yunnanensis</i>	34,9	56,0	5	<i>Ph.microphyllus</i>	20,4	32,7	4
<i>S.emodii</i>	64,1	102,6	1	<i>Ph.mexicanus</i>	20,6	33,0	5
<i>S.reticulata</i>	31,1	49,8	0,5	<i>A.platanoides</i>	37,1	59,4	5
<i>D.scabra</i>	12,8	20,5	5	<i>A.pseudoplatanus</i>	11,3	18,2	5
<i>D.discolor</i>	44,1	70,6	4	<i>A.campestre</i>	21,9	35,1	5
<i>D.purpurascens</i>	22,0	35,2	4	<i>A.tataricum</i>	30,7	49,1	5
<i>D.sieboldiana</i>	28,3	45,3	3	<i>A.semenovii</i>	24,2	38,8	5
<i>D.corymbosa</i>	21,0	33,7	4	<i>A.ginnala</i>	47,2	75,6	4
<i>D.staminea</i>	45,4	72,7	5	<i>A.monspessulanum</i>	17,4	27,9	5
<i>Ph.coronarius</i>	22,7	36,4	5	<i>A.trautvetteri</i>	49,1	78,6	4
<i>Ph.caucasicus</i>	28,9	46,3	4,5	<i>A.saccharinum</i>	28,0	44,8	5
<i>Ph.schrenkii</i>	29,9	47,9	2,5	<i>A.negundo</i>	14,3	22,9	4

Таким самим чином оцінювали температурний режим у польовому досліді І.Г.Шматько та ін. [9], коли температура під час досліджень у травні і червні перевищувала середньобагаторічну норму на 2-3°C, що суттєво впливало на розвиток зернових культур. Представлені у табл.3 дані показують, що у всіх видів, незалежно від ступеня стійкості, більшою чи меншою мірою підвищується потреба у водопостачанні для забезпечення нижньої межі нормального функціонування рослин за умов високої температури.

Показник  $W_{екстр.}$ , розрахований у точці екстремуму функції, найповніше розкриває адаптивні можливості досліджуваних видів. Такі одержані аналітичним шляхом оцінки збігаються з нашими комплексними оцінками посухостійкості рослин з використанням фізіолого-біохімічних методів [5] і шляхом візуальних спостережень [4], які представлені у вигляді бальних оцінок (див. табл. 3).

За оптимальної температури найбільша кількість опадів необхідна таким малостійким видам, як *S.emodii* (64,1 мм), *S.josikae* (49,3 мм), *A.trautvetteri* (49,1 мм), *A.ginnala* (47,2 мм). Невелика кількість вологи достатня для посухостійкіших видів *A.pseudoplatanus* (11,4 мм), *D.scabra* (12,8 мм), *S.reflexa* (13,6 мм), *Ph.gordonianus* (13,2 мм), *S.vulgaris* (14,9 мм). За екстремальних температурних умов суттєвіше збільшується потреба у водозабезпеченні малостійких видів – наприклад, у *S.emodii* показник  $W_{екстр.}$  досягає значень 102,6 мм, *S.josikae* – 79,0 мм. У посухостійких видів значення  $W_{екстр.}$  підвищуються не більше, ніж на 8–10 мм.

Таким чином, використання критерію  $W_{екстр.}$  у точці екстремуму функції, що описує залежність оводненості тканин від температури і кількості опадів, дозволяє прогнозувати фізіологічний стан деревно-чагарникових інтродуцентів за даними гідротермічного режиму, який складається в період вегетації. Розроблений новий підхід до оцінки посухостійкості рослин з використанням рівняння стану оводненості тканин, дає можливість спростити і поглибити регресійний аналіз залежності водонасиченості тканин від неконтрольованих зовнішніх факторів – температури і опадів під час вегетації. Отримані нові інтегральні характеристики показника  $W_{екстр.}$  добре узгоджуються з комплексними оцінками посухостійкості на прикладі 40 видів деревно-чагарникових рослин, інтродукованих у Степове Придніпров'я і можуть використовуватися як кількісний критерій витривалості рослин у складних умовах зростання.

## Список літератури

1. *Генкель П.А.* Физиология жаро- и засухоустойчивости растений./ П.А. Генкель – М.: Наука, 1982.–279 с.
2. *Зайцева И.А.* Водный баланс растений семейства Saxifragaceae Juss. в условиях Степного Приднестровья/ И.А. Зайцева// Вестник ДНУ. Серия «Биология. Экология».- 2006. – Вып.14. – Т.2. – С.72-78.
3. *Зайцева І.О.* Динаміка водообмінних процесів роду Acer L. у зв'язку з їх посухостійкістю/ І.О. Зайцева // Вісник ДНУ. Серія “Біологія. Екологія”. – 2004. – Вип.12. - № 1. – С.54-61.
4. *Зайцева И.А.* Оценка полевой засухоустойчивости древесных интродуцентов / И.А. Зайцева // Зб. наук. праць “Фальцфейнівські читання”/ И.А. Зайцева. – Херсон, 2007. – С.128-131.
5. *Зайцева И.А.* Скорость водоотдачи как критерий засухоустойчивости растений-интродуцентов/ И.А. Зайцева // Материалы междунар. науч. конф. «Алелопатія та сучасна біологія». – К., 2006. – С.223-227.
6. *Кутлахмедов Ю.А.* Применение теории надежности в радиобиологии многоклеточных систем/ Ю.А. Кутлахмедов // В сб.: Надежность биологических систем. – К.: Наук. думка, 1985. – С. 3-17.
7. Засухоустойчивость озимой пшеницы./ *Ф.Д. Проценко, Ф.Г. Кириченко, Н.Н. Мусиенко, П.С. Славный* – М.: Колос, 1975. – 240 с.
8. *Фалькова Т.В., Голубева И.В.* Особенности водного режима дикорастущих видов растений Южного берега Крыма/ Т.В. Фалькова, И.В. Голубева // В сб.: Регуляция водного обмена растений. – К.: Наук. думка, 1984. – с. 215-216.
9. *Шматько И.Г.* Устойчивость растений к водному и температурному стрессам./ *И.Г.Шматько, И.А. Григорюк, О.Е. Шведова* – К.: Наук.думка, 1989. – 224 с.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ОВОДНЕННОСТИ ТКАНЕЙ ЛИСТА РАЗНЫХ ПО ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

И.А.Зайцева

*Рассмотрены возможности использования аналитического подхода в решении задачи количественной оценки зависимости оводненности листьев от температуры и количества осадков на примере интродуцированных в Степное Приднепровье родовых комплексов *Philadelphus L.*, *Deutzia Thunb.*, *Syringa L.*, *Acer L.* Получены значения показателя  $W_{экстр.}$  – количества осадков (мм), необходимых для нормального функционирования видов древесно-кустарниковых растений в условиях температурного режима вегетационного периода. Установлена связь рассчитанных критериев с засухоустойчивостью растений, что позволяет прогнозировать реакцию интродуцентов на стрессовые условия произрастания.*

***Водный режим, засухоустойчивость, гидротермические факторы, нелинейная регрессия, древесные интродуценты***

## MODEL DESCRIBE STATE OF WATER CONSIDER IN LEAVES ARBOREAL PLANTS DIFFERENT TO DROUGHT-RESISTANCE

I.O.Zaitceva

*Possibilities of using mathematical methods to estimate function between water contents of leaves according to temperature and quantity precipitations was consider for example genus *Philadelphus L.*, *Deutzia Thunb.*, *Syringa L.*, *Acer L.*, which was introduced in Steppe Right Bank of Dnipro. According to results of complex analysis exponent  $W_{exstr}$  - water quantity which was needed to normal growth of different species trees and shrubs plants was obtained. Number of coefficient to compare main type according to there stability. The results of this research may be used in creation mathematical models, which can describe dynamics of adaptive processes trees and shrubs plants under the stress condition in steppe area..*

***Water relation, drought-resistance, ecological factors, nonlinear regression, arboreal introduced plants***