

## РОСТОВІ ПАРАМЕТРИ ДЕЯКИХ ВИДІВ ГАЗОННИХ ТРАВ ЗА УМОВ КОМПЛЕКСНОГО ФЛУОРИДНО-СУЛЬФІТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ

Ю. Приседський

Донецький національний університет імені Василя Стуса  
вул. 600-річчя, 2, Вінниця 21021, Україна  
e-mail: yu.prysedskiy@donnu.edu.ua

Забруднення навколишнього середовища викидами промислових підприємств призводить до суттєвого погіршення його стану, наслідком якого є зміна функціонування фітоценозів. Важливим компонентом екосистем, у тому числі і штучних, є трав'янисті рослини, які виконують важливі функції в антропогенно трансформованих екосистемах. Однак відомостей про дію комплексного флуоридно-сульфідного забруднення ґрунту на трав'янисті рослини практично немає. У зв'язку з цим ми вивчали вплив забруднення ґрунту сульфатами і флуоридами на ростові процеси деяких видів газонних трав. Як об'єкти досліджень використані ковила українська (*Stipa ucrainica* L.), костриця червона (*Festuca rubra* L.), мітлиця повзуча (*Agrostis stolonifera* L.), мітлиця тонка (*Agrostis capillaris* L.), райграс пасовищний (пажитниця багаторічна, *Lolium perenne* L.), стоколос польовий (*Bromus arvensis* L.), тонконіг лучний (*Poa pratensis* L.). Насіння вирощували на ґрунті, до якого вносили забруднювачі (сульфат натрію і флуорид натрію) згідно зі схемою повного двофакторного експерименту з трьома рівнями факторів. Аналіз реакції рослин на флуоридно-сульфідне забруднення ґрунту свідчить, що досліджені види різняться за характеристиками росту й накопичення біомаси. Так, у стійких костриці червоної, мітлиці повзучої та райграсу пасовищного не відбувається вірогідних змін ростових показників. У малостійких ковили української, мітлиці тонкої, стоколосу польового і тонконогу лугового спостерігали пригнічення ростових параметрів залежно від їхньої стійкості, складу та концентрацій забруднення. Розраховані рівняння залежності індексу пригнічення ростових процесів від складу та концентрацій поллютантів дають змогу прогнозувати ріст рослин на забруднених територіях і ефективніше підбирати видовий склад рослин для озеленення.

*Ключові слова:* тонконогові рослини, забруднення ґрунту, ростові параметри, індекс пригнічення

Забруднення довкілля, яке спричинюється виробничою діяльністю людини, набуло останнім часом значення стресового екологічного фактора, що порушує функціонування природних і штучних екосистем [4, 7, 8, 10, 19, 20, 22, 26, 27]. Кінцевим накопичувачем забруднювачів, що потрапляють у навколишнє середовище, є ґрунт, на який осаджуються газоподібні забруднювачі й аерозолі з атмосфери, потрапляють тверді відходи промисловості. Забруднення ґрунту чинить значний негативний вплив на фізіолого-біохімічні процеси [11, 15, 17, 18, 22–25, 28], ростові параметри [3, 12, 19] та продуктивність [21] рослин. Разом з тим, рослини відіграють важливу роль в оптимізації навколишнього середовища, будучи природним фільтром.

Важливим компонентом екосистем, у тому числі і штучних, є трав'янисті рослини. Газони виконують дуже важливі санітарно-гігієнічні, очисні та декоративні функції в антропогенно трансформованих екосистемах [1, 2, 5, 6, 9]. Однак відомостей про дію на трав'янисті рослини флуоридно-сульфідного забруднення ґрунту, яке є основним типом

забруднення на підприємствах із виробництва фосфорної кислоти і фосфатів, практично немає [12, 16]. У зв'язку з цим ми вивчали вплив забруднення ґрунту сульфітами і флуоридами на ростові процеси деяких видів газонних трав.

### Матеріали та методи

Як об'єкти досліджень використано рослини 7 видів родини Тонконогові: ковила українська (*Stipa ucrainica* L.), костриця червона (*Festuca rubra* L.), мітлиця повзуча (*Agrostis stolonifera* L.), мітлиця тонка (*Agrostis capillaris* L.), райграс пасовищний (пажитниця багаторічна, *Lolium perenne* L.), стоколос польовий (*Bromus arvensis* L.), тонконіг лучний (*Poa pratensis* L.).

Насіння висаджували у посудини з ґрунтом (чорнозем із вмістом гумусу 3,5 %), до якого вносили забруднювачі (сульфіт натрію і флуорид натрію) згідно із планом повного двофакторного експерименту з трьома рівнями факторів (табл. 1). У контрольні посудини (варіант 1, табл. 1) забруднювачі не вносили. Вирощування тривало протягом 30 днів за освітленості 12 000 люкс, тривалості світлового дня 14 год, температури 20–22 °С і вологості ґрунту 70 % загальної вологості.

У рослин вимірювали довжину надземної частини і коренів та суху й сиру масу. За отриманими даними ростових параметрів розраховували індекс пригнічення росту за формулою:

$$I = \frac{I_{\text{досл}}}{I_{\text{контр}}}, \quad [1]$$

де:  $I$  – індекс пригнічення росту;  $I_{\text{досл}}$  – довжина органа рослини у дослідних варіантах, см;  $I_{\text{контр}}$  – довжина органа рослини у контрольному варіанті, см.

Згідно з формулою, показники індексу пригнічення, менші за 1, відповідають пригніченню, а більші за 1 – стимулюванню росту.

Таблиця 1

Концентрації забруднювачів у ґрунті згідно із планом експерименту  
(концентрації подані у перерахунку на флуор і сульфур іони)

№ варіанта	Концентрація забруднювача		№ варіанта	Концентрація забруднювача		№ варіанта	Концентрація забруднювача	
	F <sup>-</sup> (мг/кг)	S <sup>+4</sup> (г/кг)		F <sup>-</sup> (мг/кг)	S <sup>+4</sup> (г/кг)		F <sup>-</sup> (мг/кг)	S <sup>+4</sup> (г/кг)
1	0	0	4	0	1	7	0	2
2	100	0	5	100	1	8	100	2
3	200	0	6	200	1	9	200	2

Усі вимірювання проводили в 10-кратній повторності. Отримані результати піддавали статистичній обробці за методами дисперсійного та багатфакторного регресійного аналізів. Порівняння середовищ проводили за методом Даннета [13, 14]. Отримані висновки вважалися вірогідними за умови перевищення обчисленими значеннями стандартних для  $\alpha=0,05$ .

### Результати і їхнє обговорення

Аналіз реакції рослин на комплексне флуоридно-сульфітне забруднення ґрунту свідчить, що досліджені види різняться за своєю стійкістю. Так, у *F. rubra*, *A. stolonifera* та *L. perenne* (табл. 2) жоден із варіантів забруднення не викликав вірогідних змін росту надземних частин.

Однак ріст кореневих систем у *F. rubra* та *A. stolonifera* за комплексної дії флуоридів і сульфитів вірогідно пригнічується на 22,8–35,0 % порівняно з рослинами, що ростуть

на незабрудненому ґрунті. У *L. perenne* спостерігали вірогідне збільшення ростових параметрів корневих систем на 18,0–34,0 % порівняно з контрольними рослинами.

Розрахована залежність між ступенем забруднення ґрунту та індексом пригнічення показує, що у костриці безостої, мітлиці повзучої та райграсу пасовищного ці рівняння мають вигляд прямої лінії, паралельної до осі абсцис (для надземної частини) або повільно змінюваної кривої з малими коефіцієнтами пропорційності.

Інші досліджувані види рослин у відповідь на дію забруднення ґрунту значно зменшували свої ростові показники. Причому ріст надземних частин *S. ucrainica*, *A. capillaris*, *B. arvensis* вірогідно пригнічувався лише за комплексної дії забруднювачів. У *P. pratensis* ріст надземних частин зазнав суттєвого зниження (на 10,1–44,5 %) за всіх варіантів забруднення. Ріст корневих систем у цих видів рослин пригнічується на 15,9–97,0 % порівняно з рослинами, вирощуваними без внесення забруднювачів.

Таблиця 2

## Вплив забруднення ґрунту сполуками флуору та сульфору на ріст газонних трав

№ варіанта	Висота надземної частини, см		Індекс пригнічення		Довжина коренів, см		Індекс пригнічення	
	M±m	% до контролю	Значення	Рівняння	M±m	% до контролю	Значення	Рівняння
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b><i>Stipa ucrainica</i> L.</b>								
1	4,80±0,15	100,0	1,00		1,83±0,06	100,0	1,00	
2	5,34±0,16	111,3	1,24		1,54±0,05	84,2	0,85	
3	4,47±0,14	93,1	1,12		1,63±0,09	89,1	0,88	
4	5,85±0,17**	121,9	1,11		1,61±0,07	87,9	0,91	
5	5,15±0,18	107,3	1,06		1,59±0,12	86,9	0,88	
6	5,35±0,12	111,5	1,11		0,79±0,02**	43,2	0,35	
7	5,39±0,15**	112,3	0,94		2,51±0,16**	137,2	1,40	
8	5,32±0,27	110,8	1,12		0,97±0,03**	53,0	0,54	
9	0,53±0,02**	11,0	0,11		0,33±0,02**	18,0	0,17	
<b><i>Festuca rubra</i> L.</b>								
1	4,50±0,33	100,0	1,00		1,86±0,08	100,0	1,00	
2	4,64±0,18	103,1	1,09		1,72±0,09	92,5	0,94	
3	4,95±0,18	110,0	1,18		2,23±0,07	119,9	1,22	
4	5,07±0,12	112,7	1,18		1,79±0,14	96,2	0,98	
5	4,57±0,14	101,6	1,11		1,65±0,05	88,7	0,89	
6	4,57±0,14	101,6	1,06		1,45±0,07**	77,9	0,79	
7	4,73±0,15	105,1	1,10		1,21±0,0**6	65,1	0,66	
8	4,36±0,16	96,9	1,01		1,24±0,07**	66,7	0,67	
9	4,76±0,22	105,8	1,12		1,35±0,03**	72,6	0,74	
<b><i>Agrostis stolonifera</i> L.</b>								
1	3,58±0,11	100,0	1,00		1,07±0,03	100,0	1,00	
2	3,51±0,07	98,0	0,99		0,79±0,03**	73,8	0,75	
3	4,40±0,12	122,9	1,21		1,76±0,06**	164,5	1,64	
4	4,62±0,13**	129,0	1,29		0,72±0,03**	67,3	0,67	
5	4,39±0,11**	122,6	1,23		0,94±0,03**	87,9	0,89	
6	4,39±0,15**	122,6	1,23		0,73±0,03**	68,2	0,68	
7	4,73±0,17**	132,1	1,33		0,84±0,02**	78,5	0,79	
8	4,11±0,16**	114,8	1,15		0,70±0,02**	65,4	0,68	
9	4,20±0,12**	117,3	1,18		0,63±0,03**	58,9	0,59	

$$Y = 1,0000 + 0,0042 \times X_1 + 0,2560 \times X_2 - 0,0122 \times X_1 \times X_2 + 0,0001 \times X_1^2 \times X_2 - 0,1430 \times X_2^2 + 0,0070 \times X_1 \times X_2^2$$

$$Y = 1,0926$$

$$Y = 1,0000 - 0,0083 \times X_1 + 0,0001 \times X_1^2 - 0,5590 \times X_2 + 0,0219 \times X_1 \times X_2 - 0,0001 \times X_1^2 \times X_2 + 0,2260 \times X_2^2 - 0,0092 \times X_1 \times X_2^2 + 0,0001 \times X_1^2 \times X_2^2$$

$$Y = 0,9977 - 0,0032 \times X_1 - 0,3012 \times X_2 + 0,0142 \times X_1 \times X_2 + 0,2382 \times X_2^2 - 0,0085 \times X_1 \times X_2^2$$

$$Y = 1,0020 + 0,0006 \times X_1 + 0,1627 \times X_2 - 0,0034 \times X_1 \times X_2 - 0,1720 \times X_2^2 + 0,0017 \times X_1 \times X_2^2$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b><i>Agrostis capillaris</i> L.</b>								
1	7,88±0,22	100,0	1,00	$Y = 1,0119 + 0,0007 \times X_1 + 0,1831 \times X_2 + 0,0124 \times X_1 \times X_2 - 0,0710 \times X_1^2 - 0,0068 \times X_1 \times X_2^2$	1,36±0,05	100,0	1,00	$Y = 1,0540 - 0,0038 \times X_1 + 0,0525 \times X_2 + 0,0045 \times X_1 \times X_2 - 0,0975 \times X_2^2 - 0,0023 \times X_1 \times X_2^2$
2	8,39±0,45	106,5	1,08		1,07±0,05**	78,7	0,79	
3	7,98±0,29	101,3	1,02		0,90±0,03**	66,2	0,68	
4	8,70±0,34	110,4	1,12		1,35±0,05	99,3	1,04	
5	11,22±0,51**	142,4	1,45		1,26±0,04	92,7	0,95	
6	8,94±0,25	113,4	1,15		1,43±0,05	105,1	1,07	
7	8,57±0,26	108,8	1,11		1,09±0,04**	80,1	0,82	
8	6,90±0,22	87,6	0,89		0,60±0,03**	44,1	0,45	
9	5,28±0,17**	67,0	0,68		0,48±0,03**	35,3	0,36	
<b><i>Lolium perenne</i> L.</b>								
1	17,17±0,77	100,0	1,00	$Y = 1,0937$	2,85±0,17	100,0	1,00	$Y = 1,0243 - 0,0015 \times X_1 + 0,4514 \times X_2 - 0,0015 \times X_1 \times X_2 - 0,1518 \times X_2^2$
2	18,98±0,67	110,5	1,12		2,91±0,14	102,1	1,06	
3	17,38±0,71	101,2	1,03		3,38±0,18**	118,6	1,23	
4	18,68±0,51	108,8	1,11		3,70±0,17**	129,8	1,33	
5	19,15±0,81	111,5	1,12		3,03±0,18	106,3	1,11	
6	20,01±0,79**	116,5	1,19		3,80±0,14**	133,3	1,38	
7	19,02±0,53	110,8	1,13		3,82±0,24**	134,0	1,38	
8	17,90±0,80	104,2	1,06		2,85±0,11	100,0	1,04	
9	18,47±0,73	107,6	1,09		2,79±0,20	97,9	1,02	
<b><i>Bromus arvensis</i> L.</b>								
1	16,52±0,92	100,0	1,00	$Y = 1,0551 + 0,0001 \times X_1 - 0,1765 \times X_2 - 0,0050 \times X_1 \times X_2 - 0,1492 \times X_2^2 + 0,0025 \times X_1 \times X_2^2$	9,57±0,25	100,0	1,00	$Y = 1,0073 + 0,0017 \times X_1 - 0,8665 \times X_2 - 0,0104 \times X_1 \times X_2 + 0,1955 \times X_2^2 + 0,0047 \times X_1 \times X_2^2$
2	17,92±0,80	108,5	1,11		9,96±0,37	104,1	1,05	
3	17,12±1,09	103,6	1,08		7,23±0,21**	75,5	0,76	
4	12,22±0,57**	73,9	0,77		3,12±0,14**	32,6	0,33	
5	6,60±0,25**	39,9	0,42		0,83±0,03**	8,7	0,09	
6	4,41±0,37**	26,7	0,28		0,78±0,03**	8,2	0,06	
7	2,21±0,11**	13,4	0,14		0,50±0,02**	5,2	0,06	
8	1,72±0,10**	10,4	0,11		0,48±0,02**	5,0	0,05	
9	1,52±0,12**	9,2	0,09		0,29±0,02**	3,0	0,03	
<b><i>Poa pratensis</i> L.</b>								
1	9,55±0,26	100,0	1,00	$Y = 0,9950 - 0,0009 \times X_1 - 0,2937 \times X_2 + 0,0106 \times X_1 \times X_2 - 0,0001 \times X_1^2 \times X_2 + 0,0880 \times X_2^2 - 0,0053 \times X_1 \times X_2^2$	1,90±0,12	100,0	1,00	$Y = 1,0408 - 0,2248 \times X_2$
2	8,59±0,53	89,9	0,90		2,08±0,19	109,5	1,09	
3	8,78±0,39	91,9	0,92		1,69±0,076	96,3	0,93	
4	7,55±0,54**	79,1	0,79		1,83±0,11	91,1	1,01	
5	5,30±0,48**	55,5	0,93		1,73±0,11	91,1	0,94	
6	5,30±0,48**	55,5	0,56		1,33±0,04**	70,0	0,71	
7	7,21±0,47**	75,5	0,75		0,99±0,07**	52,1	0,54	
8	6,53±0,38**	68,4	0,73		1,03±0,06**	54,2	0,56	
9	6,01±0,45**	62,9	0,64		1,03±0,07**	54,2	0,56	

Рівняння регресії свідчать про значну залежність індексу пригнічення від складу та концентрацій забруднювачів. Значення коефіцієнтів пропорційності для досліджуваних рослин у цих рівняннях значно більша, ніж для стійких видів.

Результати проведених нами досліджень дають підстави зробити висновки про значний вплив забруднення ґрунту флуоридами та сульфїтами на накопичення біомаси у досліджуваних рослин. Так, у *F. rubra* (рис. 1) у варіантах із низькими рівнями забруднювачів та індивідуальної дії флуоридів і сульфїтів (вар. 2–7) не спостерігали вірогідних змін у накопиченні сирї та сухої маси рослин. Варіанти 8 і 9 з комплексною дією поліутантів

спричиняли вірогідне зниження біомаси цієї рослини на 33,9–90,9 % порівняно з контрольними рослинами залежно від концентрації забруднювачів.

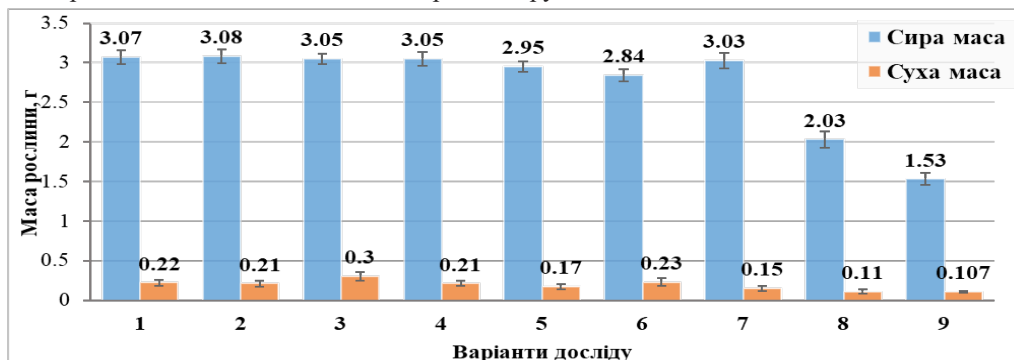


Рис. 1. Накопичення біомаси рослинами *F. rubra* за умов фторидного та сульфідного забруднення ґрунту. 30-та доба росту. Варіанти дослідів згідно з табл. 1

У *L. perenne* (рис. 2) флуоридне забруднення чинить певний негативний вплив на накопичення сирової маси рослинами. Цей показник у варіантах 2 і 3 знижується на 18,5–25,0 % порівняно з контролем, в інших варіантах сира маса не змінюється або збільшується на 15,5–22,3 % порівняно з рослинами, вирощуваними на незабрудненому ґрунті (варіант 1). Суха маса практично не зазнає вірогідних змін у всіх варіантах дослідів.

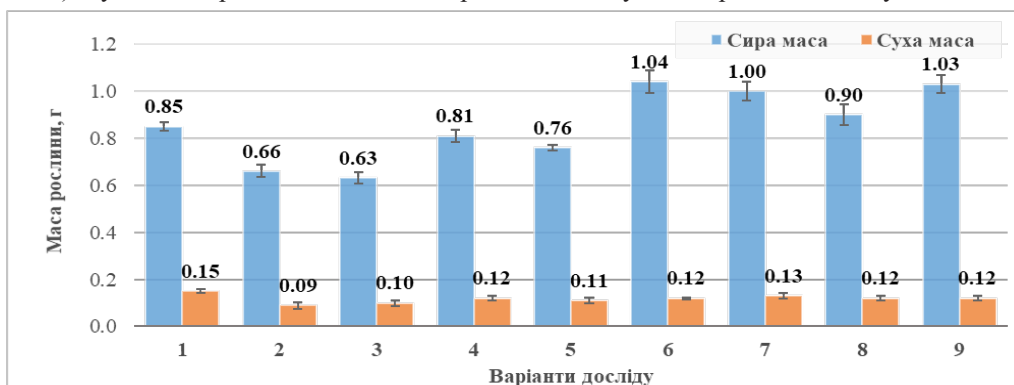


Рис. 2. Накопичення біомаси рослинами *L. perenne* за умов фторидного та сульфідного забруднення ґрунту. 30-та доба росту. Варіанти дослідів згідно з табл. 1

У *S. ucrainica* практично всі варіанти забруднення не спричиняють вірогідних змін накопичення сирової та сухої маси (рис. 3). Поряд із тим, за комплексного забруднення ґрунту флуоридом і сульфідом натрію у високих концентраціях (200 мг/кг і 2 г/кг ґрунту відповідно, вар. 9) відбувається загибель усіх рослин.

У *A. stolonifera* забруднення ґрунту спричинює зниження біомаси рослин на 19,1–25,3 % порівняно з рослинами, які вирощуються на незабрудненому ґрунті. Найбільш небезпечним для *A. stolonifera* виявилось сульфідне забруднення ґрунту у високій концентрації (2 г/кг) та комплексне забруднення (вар. 8 та 9). За цих умов сира маса дослідних рослин становить 72,5–18,5 % від рівня контрольних рослин, а суха – 60,0–25,0 % від контролю (рис. 4).

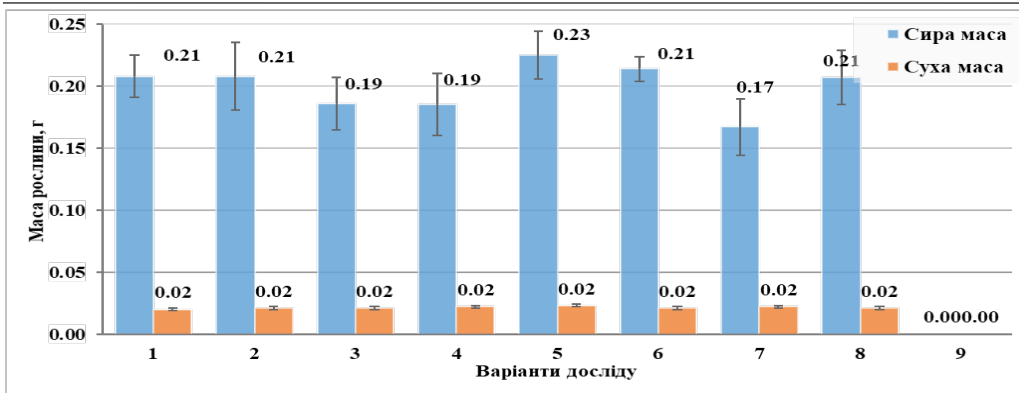


Рис. 3. Накопичення біомаси рослинами *S. ucrainica* за умов фторидного та сульфїтного забруднення ґрунту. 30-та доба росту. Варіанти дослідів згідно з табл. 1

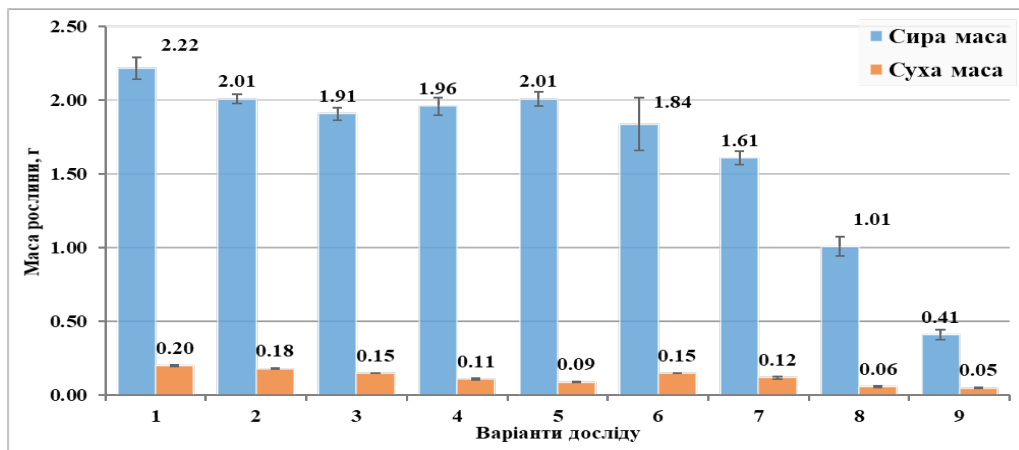


Рис. 4. Накопичення біомаси рослинами *A. stolonifera* за умов фторидного та сульфїтного забруднення ґрунту. 30-та доба росту. Варіанти дослідів згідно з табл. 1

*A. capillaris* (рис. 5) характеризується відсутністю вірогідної реакції на забруднення ґрунту незалежно від складу та кількості забруднювачів.

У *B. arvensis* (рис. 6) накопичення біомаси гальмується на 8,8–96,5 % за всіх варіантів. Лише у варіанті 2 відбувається незначне збільшення сирової маси (на 10,5 % порівняно з контролем). Найбільш токсичною виявилась висока концентрація сульфїту натрію (вар. 7), за якої всі рослини загинули. Флуоридне забруднення виявилось менш токсичним. Зміни сухої маси рослин у цього виду відбуваються аналогічно змінам сирової маси.

Аналіз отриманих даних дає підстави зробити висновок про значну токсичність сульфїтного забруднення ґрунту для *P. pratensis* (рис. 7). У варіантах із внесенням 1 г/кг (вар. 4) та 2 г/кг (вар. 7) сульфору у ґрунт пригнічення накопичення сирової маси становить 33,7–60,0 %. У варіантах із низькою концентрацією флуору та високим вмістом сульфору цей показник зменшується в 1,3–1,5 рази порівняно з рослинами, вирощуваними без внесення забруднювачів. Комплексне забруднення високими концентраціями забруднювачів (вар. 8 і 9) призводить до зменшення сирової маси рослин у 1,5–2,1 рази. За аналогічною закономірністю змінюється і суха маса рослин цього виду.

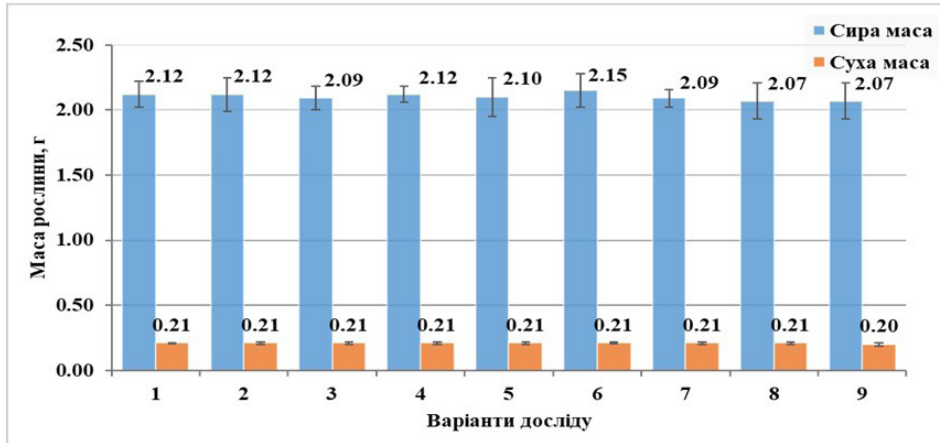


Рис. 5. Накопичення біомаси рослинами *A. capillaris* за умов фторидного та сульфідного забруднення ґрунту. 30-та доба росту. Варіанти дослідів згідно з табл. 1

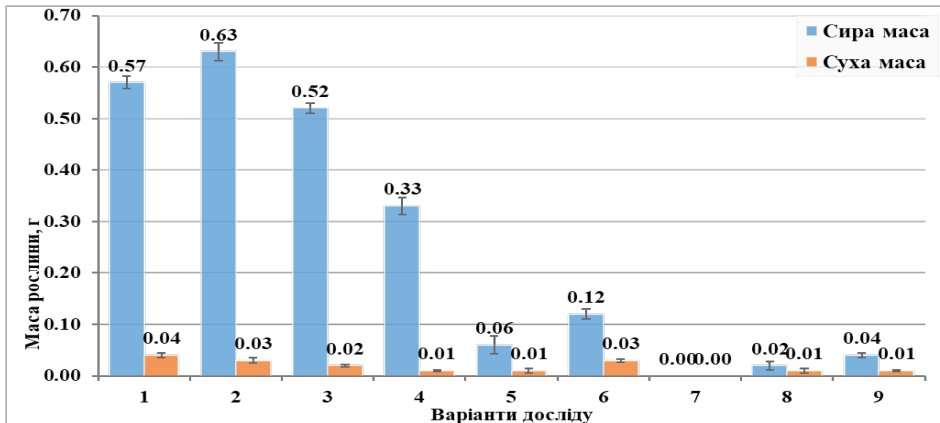


Рис. 6. Накопичення біомаси рослинами *B. arvensis* за умов фторидного та сульфідного забруднення ґрунту. 30-та доба росту. Варіанти дослідів згідно з табл. 1

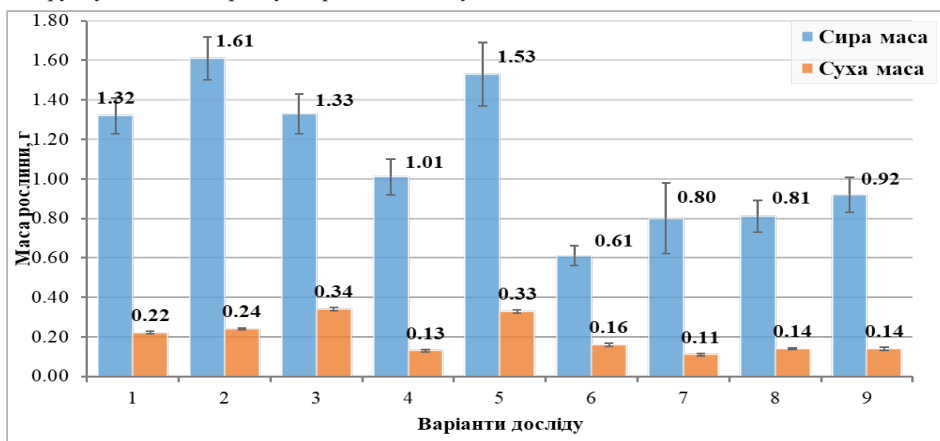


Рис. 7. Накопичення біомаси рослинами *P. pratensis* за умов фторидного та сульфідного забруднення ґрунту. 30-та доба росту. Варіанти дослідів згідно з табл. 1

Таким чином, флуоридно-сульфітне забруднення ґрунту значно впливає на ріст і накопичення сирової та сухої маси у вивчених видів рослин родини Тонконогові, яке залежить від видової специфіки рослин, складу та концентрації забруднювачів. Встановлено, що кореневі системи досліджених рослин більш чутливі до забруднення, ніж їхня надземна частина.

За результатами проведених нами досліджень можна зробити висновок про високу стійкість до флуоридно-сульфітного забруднення ґрунту *F. rubra* та *L. Perenne*. Інші вивчені види в більшості варіантів виявили досить високу стійкість до низьких концентрацій, але сильно пошкоджувалися за комплексної дії високих концентрацій забруднювачів. Отримані рівняння змін індексу пригнічення росту дають змогу використовувати їх для прогнозування стійкості рослин вивчених нами видів під час проведення озеленувальних робіт у зоні забруднення.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Григорюк І. П., Лихолат Ю. В. Створення та догляд за газонами: метод. рекомендації. К.: НУБіП, 2014. 64 с.
2. Григорюк І. П., Яворовський П. П., Лихолат Ю. В. Технології вирощування і біорегуляція стійкості газонних рослин у міському урбанізованому середовищі: монографія. К.: НУБіП України, 2014. 223 с.
3. Денчиля-Сакаль Г. М., Ніколайчук В. І., Колесник А. В., Вакерич М. М. Реакції рослин конюшини на забруднення ґрунту солями цинку // Вісн. Дніпропетр. ун-ту. Біологія. Екологія. 2012. Вип. 20. Т. 2. С. 18–24.
4. Льюн Г. М. Загрязнители атмосферы и растения. К.: Наук. думка, 1978. 247 с.
5. Лихолат Ю. В. Еколого-фізіологічні особливості багаторічних дерноутворюючих злаків техногенних територій: монографія. Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 1999. 210 с.
6. Лихолат Ю. В., Григорюк І. П. Використання дерноутворюючих трав для діагностики рівня забруднення навколишнього середовища важкими металами // Доп. НАН України. 2005. № 8. С. 196–200.
7. Лобачевська О., Маєвська С. Вплив селену і важких металів на ріст і розвиток моху *Furaria hygrometrica* HEDW // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. 2000. Вип. 25. С. 116–122.
8. Мельник Т. І. Вплив урбанізації на стан популяцій модельних видів рудеральних рослин (м. Суми) // Укр. ботан. журнал. 2005. Т. 62. № 3. С. 349–359.
9. Мицик Л. П., Лихолат Ю. В. Дерновий покрив техногенних територій: монографія. Дніпропетровськ: ДДУ, 1997. 92 с.
10. Николаевский В. С. Биологические основы газоустойчивости растений. Новосибирск: Наука, 1979. 80 с.
11. Приймак О. П. Фітотоксичний вплив  $SO_2$ ,  $NO_2$  та іонів свинцю на вегетативні органи декоративних рослин // Вісн. Дніпропетр. ун-ту. Біологія. Екологія. 2012. Вип. 20. Т. 1. С. 78–83.
12. Приседський Ю. Г. Вплив забруднення ґрунту фторидами та сульфітами на ростові показники деяких видів квітково-декоративних рослин // Вісн. Дніпропетр. держ. аграрно-економ. ун-ту. 2014. № 1 (33). С. 115–119.
13. Приседський Ю. Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів. Донецьк: Кассіопея, 1999. 210 с.
14. Приседський Ю. Г. Пакет програм для проведення статистичної обробки результатів біологічних експериментів. Донецьк: ДонНУ, 2005. 75 с.



15. Aboal J. R., Fernández J. A., Carballeir A. Oak leaves and pine needles as biomonitors of airborne trace elements pollution // *Environ. Exp. Bot.* 2004. Vol. 51. P. 215–225.
16. Arnesen A. K. M. Availability of fluoride to plants grown in contaminated soils // *Plant and Soil.* 1997. Vol. 197 (1). P. 13–25.
17. Baunthiyal M., Sharma V. Response of fluoride stress on plasma membrane H<sup>+</sup>-ATPase and vacuolar H<sup>+</sup>-ATPase activity in semi-arid plants // *Ind. J. Plant Physiol.* 2012. Vol. 19. N 3. P. 10–214.
18. Boukhris A., Laffont-Schwob I., Rabier J. et al. Changes in mesophyll element distribution and phytometabolite contents involved in fluoride tolerance of the arid gypsum-tolerant plant species *Atractylis serratuloides* Sieber ex Cass. (Asteraceae) // *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2015. Vol. 22. Issue 10. P. 7918–7929.
19. Das P., Samantaray S., Rout G. R. Studies on cadmium toxicity in plants: a review // *Environ. Pollution.* 1997. Vol. 98. N 1. P. 29–36.
20. Guimarães E. T., Domingos M., Alves E. S. et al. Detection of the genotoxicity of air pollutants in and around the city of São Paulo (Brazil) with the *Tradescantia*-micronucleus (Trad-MCN) assay // *Environ. Exp. Bot.* 2000. Vol. 44. Issue 1. P. 1–8.
21. Kisku G. C., Baqarman S. C., Bhargava S. K. Contamination of soil and plants with potentially toxic elements irrigated with mixed industrial effluent and its impact on the environment // *Water Air Soil Pollut.* 2000. Vol. 120 (1). P. 121–137.
22. Kostyshina S. S., Perepelitsab O. O., Smetanyukb O. I. Peculiarities of fluoride accumulation in the plants of meadow biotopes of Northern Bukovyna // *Contemp. Probl. Ecol.* 2011. Vol. 4. N 6. P. 621–625.
23. Kozyrenko M. M., Artyukova E. V., Shmakov V. N., Konstantinov Yu. M. Effect of fluoride pollution on genetic variability of *Larix gmelinii* (Pinaceae) in East Siberia // *J. For. Res.* 2007. Vol. 12. P. 388–392.
24. Lorenc-Plucihaska G., Szadel A., Plucihski A., a Matysia R. The effect of sulphite on chlorophyll fluorescence and sucrose metabolism in poplar leaves // *Acta Physiol. Plantarum.* 2002. Vol. 24. N 2. P. 123–129.
25. Reddy M. P., Kaur M. Sodium fluoride induced growth and metabolic changes in *Salicornia brachiata* Roxb // *Water Air Soil Pollut.* 2008. Vol. 188. P. 171–179.
26. Stuiver C. E. E., De Kok Luit J. Atmospheric H<sub>2</sub>S as sulfur source for *Brassica oleracea*: kinetics of H<sub>2</sub>S uptake and activity of O-acetylserine (thiol) lyase as affected by sulfur nutrition // *Environ. Exp. Bot.* 2001. Vol. 46. Issue 1. P. 29–36.
27. Szostek R., Ciećko Z. Effect of soil contamination with fluorine on the yield and content of nitrogen forms in the biomass of crops // *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2017. Vol. 24. P. 8588–8601.
28. Zouaria M., Elloumia N., Bellassouedd K. et al. Enzymatic antioxidant responses and mineral status in roots and leaves of olive plants subjected to fluoride stress // *S. Afr. J. Bot.* 2017. Vol. 111. P. 44–49.

Стаття: надійшла до редакції 30.01.17

доопрацьована 13.06.17

прийнята до друку 22.09.17

**THE GROWTH PARAMETERS OF SOME SPECIES  
OF LAWN GRASSES UNDER CONDITIONS OF COMPLEX FLUORIDE  
AND SULFITE SOIL POLLUTION**

**Yu. Prysedskyj**

*Vasyl Stus Donetsk National University  
21, 600<sup>th</sup> Anniversary St., Vinnitsa 21021, Ukraine  
e-mail: [yu.prysedskyi@donnu.edu.ua](mailto:yu.prysedskyi@donnu.edu.ua)*

Environmental pollution, which is caused by the industrial activity acquired in recent times the significance of a stressful environmental factor that disrupts the functioning of natural and artificial ecosystems. An important component of ecosystems, including artificial, there are herbaceous plants that perform important functions in anthropogenically transformed ecosystems. However, information about the action fluoride and sulphite contamination of soil on herbaceous plants, almost none. In this regard, we studied the effect of soil contamination by sulfites and fluoride on the growth processes of certain types of lawn grasses. As objects of investigation were used the *Stipa ucrainica* L., *Festuca rubra* L., *Agrostis stolonifera* L., *Agrostis capillaris* L., *Lolium perenne* L., *Bromus arvensis* L., *Poa pratensis* L. Plants were grown in soil with pollutants (sodium sulfite and sodium fluoride) according to the scheme of the complete two-factor experiment with three levels of factors. The analysis of plant responses to complex soil contamination by fluoride and sulfite indicates that the studied species vary by growth characteristics and biomass accumulation. The *Festuca rubra*, *Agrostis stolonifera* and *Agrostis capillaris*, *Lolium perenne* does not occur significant changes of studied parameters. For the *Stipa ucrainica*, *Agrostis capillaris*, *Bromus arvensis* and *Poa pratensis* growth inhibition depending on stability, composition and concentrations of pollutants were observed. The calculated equation based on the index of growth inhibition composition and concentrations of pollutants allow us to predict the growth of plants in contaminated areas and more effectively choose the composition of plants species for landscaping.

*Keywords:* Poaceae plants, soil pollution, growth parameters, the index of inhibition