

14. Динесман Л. Г. Методы количественного учета амфибий и рептилий / Л. Г. Динесман, М. Л. Калецкая // Методы учета численности и географического распределения наземных позвоночных. – М. : Изд-во АН СССР, 1952. – С. 329–340.
15. Желанкин Р. В. Влияние различных условий освещенности на некоторые аспекты поведения обыкновенного ужа (*Natrix natrix*) в лабораторном эксперименте / Р. В. Желанкин // Вестник ТГУ, 2013. – Т. 18, вып. 6. – С. 3002–3005.
16. Макарова Т. Н. Особенности морфологических параметров новорожденных и репродуктивных характеристик самок гадюк ренара *Vipera renardi* из Ульяновской и Волгоградской областей / Т. Н. Макарова, А. Л. Маленёв // Известия Самар. науч. центра РАН. – Т. 16, 2014. – № 5(5). – С. 1680–1683.
17. Моднов А. С. Особенности экологии обыкновенного ужа *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758) Цнинского лесного массива (Тамбовская область) / А. С. Моднов // Вестник ТГУ, 2010. – Т. 15, вып. 2. – С. 660–664.
18. Пикулик М. М. Пресмыкающиеся Белоруссии / М. М. Пикулик, В. А. Бахарев, С. В. Косов. – Минск : Наука и техника, 1988. – 166 с.
19. Руководство по изучению земноводных и пресмыкающихся / под ред. Н. Н. Щербака. – К. : Наук. думка, 1989. – 172 с.
20. Синдюков А. П. Определение упитанности гюрз / А. П. Синдюков // Экология, 1971. – № 4. – С. 101–103.
21. Яровая А. О. К вопросу о состоянии фауны змей Днепропетровской области / А. О. Яровая, В. Я. Гассо // Біологічні основи охорони природи та раціонального використання тваринного світу : матер. Всеукр. наук.-практ. конф. – Д. : Наука і освіта, 2003. – С. 27.
22. Gasc J. P. Atlas of amphibians and reptiles of Europe / J. P. Gasc, A. Cabela, J. Crnobrnja-Isailovic et al. – Paris : Muséum National d'Histoire Naturelle, 2004. – 516 p.
23. Borczyk B. The causes of intraspecific variation in sexual dimorphism in the common grass snake populations, *Natrix natrix* Linnaeus, 1758 (Serpentes, Colubridae): Data from the South Western Poland / B. Borczyk // Acta Zoologica Cracoviensia. – 2007. – Vol. 50A, No 1–2. – P. 9–13.
24. Gasso V. Y. On the grass snake populations' state in the central steppe Dnieper region (Ukraine) / V. Y. Gasso // Societas Europaea Herpetologica. 13th Ord. Gen. Meet. – Bonn : A. Koenig Zoological Research Museum, 2005. – P. 51–52.
25. Madsen T. Movements, home range size and habitat use of radio-tracked grass snakes (*Natrix natrix*) in Southern Sweden / T. Madsen // Copeia, 1984. – Vol. 3. – P. 707–713.
26. Parker W. Population ecology / W. Parker, V. Plummer // Snakes: Ecology and Evolutionary Biology / R. Seigel, J. Collins, S. Novak (Eds.). – New Jersey : The Blackburn Press, 1987 (reprinted in 2002). – P. 253–301.

Надійшла до редколегії 18.03.2015

УДК 581.134:582.76

М. М. Поворотня

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ОСОБЛИВОСТІ ВУГЛЕВОДНОГО ОБМІНУ КЛЕНІВ ЗА РІЗНИХ УМОВ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ У СТЕПОВОМУ ПРИДНІПРОВ'І

Досліджено динамічні зміни вмісту водорозчинних форм цукрів, у тому числі сахарози, протягом вегетації (в листках) та у зимовий період (у пагонах) кленів, що зростають на умовно чистій території та на території з високим рівнем забруднення. Виявлено інгібуючий вплив промислових викидів на вміст сумарних цукрів у листках та стимулюючий вплив – в пагонах досліджуваних видів. Визначено, що в умовах максимального гідротермічного стресу *A. platanoides*, *A. campestre* містять

© М. М. Поворотня, 2015

найбільшу кількість осморегуляторів у вигляді розчинних форм вуглеводів і є високо адаптованими до умов степової зони.

Ключові слова: вуглеводний обмін, сахароза, гідротермічний стрес, інтродукція, промислове забруднення.

М. М. Поворотня

Днепропетровский национальный университет имени Олеса Гончара

ОСОБЕННОСТИ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА КЛЁНОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ В СТЕПНОМ ПРИДНЕПРОВЬЕ

Исследованы динамические изменения содержания водорастворимых форм сахаров, в том числе сахарозы, в течение вегетации (в листьях) и в зимний период (в побегах) клёнов, растущих на условно чистой территории и на территории с высоким уровнем загрязнения. Выявлено ингибирующее влияние промышленных выбросов на содержание суммарных сахаров в листьях и стимулирующее воздействие – в побегах исследуемых видов. Определено, что в условиях максимального гидротермического стресса *A. platanoides*, *A. campestre* содержат наибольшее количество осморегуляторов в виде растворимых форм углеводов и являются адаптированными к условиям степной зоны.

Ключевые слова: углеводный обмен, сахароза, гидротермический стресс, интродукция, промышленное загрязнение.

М. М. Povorotnia

O. Honchar Dnipropetrovsk National University

FEATURES OF CARBOHYDRATE METABOLISM OF MAPLES AT DIFFERENT CONDITIONS OF TECHNOGENIC LOAD IN THE STEPPE PRYDNIPROV'IA

Dynamic changes in the content of water-soluble forms of sugars, including sucrose, has been investigated during the growing season (in leaves) and winter (in shoots) in maples that grow in relatively clean area and in the territory with high level of pollution. The procedure of laboratory studies was applied using iodometric method for determining the sugar content. Ten species of maples were the objects of study.

Inhibitory effect of industrial emissions is discovered on the content of summary sugars in the leaves of maples. The content of carbohydrates in the shoots of the studied species is larger 50–100 % than control. Such redistribution of assimilates in the vegetative plant organs can describe this as an adaptive response to contamination. Established that sucrose is a sensitive indicator and decreases influenced of pollutants.

The sole role of sugars as cryoprotectants is substantiated and is proven, as evidenced by a significant increase in the content of water-soluble forms of sugars in of maples shoots in winter. In terms of pollution, such dynamics are more pronounced.

Determined that *A. platanoides*, *A. sampestre* contain the greatest amount of osmoregulators in the soluble forms of carbohydrates in maximum hydrothermal stress and are highly adapted to the conditions of the steppe zone.

Key words: carbohydrate metabolism, sucrose, hydrothermal stress, introduction, industrial pollution.

Питання озеленення промислових територій України останні десятиріччя постає досить гостро через напруженість екологічного стану, деградацію існуючих екосистем, загрозу здоров'ю та життю людини у трансформованому середовищі. У Східній Україні, у тому числі в Степовому Придніпров'ї, ефект впливу техногенного забруднення на рослини посилюється через складні гідротермічні умови (Бессонова, 2001, Зайцева, 2010). Континентальність клімату з низьким коефіцієнтом зволоження (0,8) сформували природні умови для значної перева-

ги трав'янистої рослинності над деревно-чагарниковою. Для збагачення видового різноманіття арборифлори ведуться інтродукційні дослідження, у тому числі фізіологічних параметрів, для визначення видів, стійких до гідротермічного стресу поряд з промисловим забрудненням (Базилевская, 1986). Найбільш ефективно санітарно-гігієнічну роль виконують щільнокронні листяні дерева з великою листовою пластинкою, висаджені поблизу від джерела забруднення, наприклад клени (Капелюш, 2009), за умов адаптації. Адаптація є загально-біологічною характеристикою, яка вказує на ефективність дії захисних механізмів проти пошкоджуючого фактора.

Відомо, що накопичення та перетворення запасних речовин має важливе значення у стійкості рослин до екстремальних умов існування (Косаківська, 2003, Мусієнко, 2006). Завдяки здатності таких речовин впливати на осмотичний потенціал клітин вони є осморегуляторами (Долгова, 2010, Стрессорные ответы..., 1994). Крім того, осмотично активні речовини виступають кріопротекторами (Сергеева, 1971).

Серед осмотично активних речовин суттєве місце посідають розчинні вуглеводи, тому що зміна метаболізму їх у процесі адаптації рослин-інтродуцентів, наприклад, за умов водного дефіциту, пов'язана з порушенням відтоку метаболітів, погіршенням біосинтетичних процесів і фотосинтетичної адаптації до засвоєння вуглецю у стресових для рослин умовах.

Вуглеводний обмін може змінюватися внаслідок адаптації рослин до стресу, за умов якого накопичені цукри виступають як осморегулятори і нейтралізують метаболічною детоксикацією вільні радикали (Pharr D. M., 1995).

Метою нашої роботи є дослідження вуглеводного обміну як фактора адаптації до гідротермічного стресу у літній період та до холодного стресу у зимовий період за умов забруднення навколишнього середовища продуктами згоряння вугілля, у тому числі, ртуттю та свинцем.

Матеріали і методи досліджень. Об'єктами досліджень були 10 видів роду *Acer* L., з яких три види можна вважати аборигенними (*A. platanoides* L., *A. tataricum* L., *A. campestre* L.), інші інтродуковані з різних регіонів: *A. pseudoplatanus* L. (Європа, Кавказ), *A. semenovii* Rgl. (Середня Азія), *A. ginnala* Maxim. (Далекий Схід, Китай), *A. monspessulanum* L. (Південна Європа, Середземномор'я), *A. trautvetteri* Medw. (Кавказ), *A. saccharinum* L., *A. negundo* L. (Північна Америка).

Дослідні дерева (чотири види кленів: *A. platanoides* L., *A. pseudoplatanus* L., / *A. saccharinum* L., *A. negundo* L.) росли на пробних ділянках санітарно-захисної зони Придніпровської ТЕС м. Дніпропетровськ, де основними забруднюючими речовинами є діоксид сірки, оксиди азоту, а також важкі метали, у тому числі ртуть та свинець. Контрольна ділянка розташована в умовно чистій зоні, де концентрація забруднюючих речовин не перевищує ГДК.

Проби відбирали з модельних дерев генеративного віку, гілок одного порядку галуження середньої та нижньої частини крони, з південно-східного боку. Визначення форм цукрів та концентрацію у рослинних тканинах пагонів та листків проводилося на основі йодометричного методу визначення цукрів за Починком (Починок, 1976). Отримані результати опрацьовані статистично.

Результати та обговорення. За результатами досліджень встановлено, що різні види родового комплексу Клен мають відмінності у вмісті цукрів у листках і пагонах. Показники рослин, що зростають на промисловій ділянці також є відмінними від тих, що зростають на умовно чистій території, що свідчить про наявність впливу аерополутантів на метаболізм та пристосувальні реакції рослин.

Динаміка вмісту цукрів у листках є показником адаптації до стресових гідротермічних умов Степового Придніпров'я, інтенсивність яких підвищується під впливом забрудненого важкими металами та іншими полутантами повітря.

Серед досліджуваних рослин умовно чистої зони найвищий вміст сумарних цукрів у листках у період найбільшого гідротермічного стресу спостерігається в аборигенних (*A. platanoides* L., *A. campestre* L.) та інтродукованого з Північної Америки видах (*A. saccharinum* L.) – 2,34–2,94 %. Наприкінці літа та восени цей показник ще незначно зростає. Занизькі показники сумарних цукрів протягом всього періоду вегетації характерні для двох інтродукованих із Середземномор'я та Далекого Сходу видів – *A. monspessulanum* L., *A. ginnala* Maxim. відповідно і складають від 0,49 % до 1,35 %. У період найбільшого впливу посушливих умов вміст цукрів удвічі нижчий за показники попередньої групи. Інші клени, що зростають на території ботанічного саду, мають незначні коливання вмісту цукрів у листках протягом вегетаційного періоду.

Серед рослин зони впливу ТЕС відзначено зниження вмісту сумарних цукрів у період вегетації у порівнянні з кленами умовно чистої зони майже удвічі, окрім *A. negundo* L. Подібну реакцію відзначають й інші автори для кленів, що зростають поблизу трубопрокатного заводу (Юсипіва, 2015), коксохімічного підприємства (Більчук, 2005, Грицай, 2012). Проте є відомості і про підвищення вмісту цукрів у листках деревно-чагарникових рослин (Чернікова, 2008). Тобто, зниження вмісту сумарних цукрів в умовах техногенного забруднення для кленів є неспецифічною реакцією, характерною для досліджуваних видів *A. platanoides* L., *A. saccharinum* L.

Вміст цукрів у пагонах рослин визначає їх посухо- та зимостійкість, кореляція при цьому носить прямий характер. Серед більшості досліджуваних видів максимум вмісту цукрів у пагонах припадає на зимовий період – період спокою. Найвищі показники відзначаються в інтродуцентів *A. pseudoplatanus* L., *A. saccharinum* L. (3,74 % та 4,38 %) (табл. 1).

Рослини, що зростають на території Придніпровської ТЕС, характеризуються наявністю максимального вмісту цукрів також у зимовий період. Вміст цукрів у цей період у рослин промислової ділянки вищий, ніж у рослин ботанічного саду: у *A. platanoides* L. удвічі, у *A. pseudoplatanus* L. – незначне підвищення, у *A. saccharinum* L. – на 80 %, у *A. negundo* L. – на 50 %.

Таблиця 1

Вміст сумарних цукрів в однорічних пагонах кленів

Вміст сумарних цукрів у пагонах, % (контроль)					
Вид/відбір	травень	липень	серпень	жовтень	лютий
<i>A. platanoides</i>	0,561 ± 0,110	0,330 ± 0,044	0,922 ± 0,153	1,315 ± 0,218	2,390 ± 0,238
<i>A. pseudoplatanus</i>	0,561 ± 0,044	0,824 ± 0,060	0,791 ± 0,066	0,660 ± 0,079	4,383 ± 0,255
<i>A. saccharinum</i>	0,528 ± 0,032	0,857 ± 0,109	0,561 ± 0,110	3,744 ± 0,107	1,479 ± 0,065
<i>A. negundo</i>	1,316 ± 0,052	0,791 ± 0,066	1,576 ± 0,392	0,462 ± 0,076	1,152 ± 0,218
<i>A. tataricum</i>	1,185 ± 0,006	0,462 ± 0,044	0,264 ± 0,011	2,875 ± 0,151	2,680 ± 0,560
<i>A. campestre</i>	0,330 ± 0,044	0,396 ± 0,066	0,725 ± 0,035	1,610 ± 0,087	1,903 ± 0,087
<i>A. Semenovii</i>	0,198 ± 0,009	0,682 ± 0,089	0,922 ± 0,088	1,086 ± 0,131	1,739 ± 0,212
<i>A. ginnala</i>	0,363 ± 0,040	0,132 ± 0,040	0,264 ± 0,028	1,358 ± 0,247	2,714 ± 0,215
<i>A. trautvettera</i>	0,791 ± 0,001	0,528 ± 0,045	0,659 ± 0,110	1,152 ± 0,153	1,053 ± 0,184
<i>A. monspessulanum</i>	0,561 ± 0,037	0,099 ± 0,006	0,725 ± 0,085	0,264 ± 0,085	1,642 ± 0,117
Вміст сумарних цукрів у пагонах, % (дослід)					
<i>A. platanoides</i>	0,758 ± 0,044	0,725 ± 0,088	0,922 ± 0,175	0,363 ± 0,010	4,732 ± 0,233
<i>A. pseudoplatanus</i>	1,316 ± 0,064	0,528 ± 0,044	0,857 ± 0,153	1,968 ± 0,065	4,574 ± 0,191
<i>A. saccharinum</i>	0,955 ± 0,014	0,725 ± 0,153	0,198 ± 0,005	0,627 ± 0,043	2,616 ± 0,302
<i>A. negundo</i>	0,627 ± 0,028	0,495 ± 0,065	1,152 ± 0,044	0,528 ± 0,038	1,642 ± 0,109

Сума цукрів, як показник, дає достовірну інформацію про реакцію деревної породи в умовах комплексного впливу техногенно трансформованих кліматопу, аеротопу та едафотопу. Стійкий вуглеводний баланс із високими показниками вмісту цукрів формує достатню речовинно-енергетичну базу для синтезу азоти-

стих сполук (білків, ферментів тощо), необхідних для нормальної життєдіяльності рослин під впливом несприятливих факторів (Гнатів, 2003).

Розщеплення складних вуглеводів здійснюється до відновлюючих цукрів або до сахарози, які утворюють фракцію розчинних вуглеводів. У літній період вміст відновлюючих цукрів у пагонах на порядок нижчий за вміст відповідно у листках, що свідчить про невід'ємну роль розчинних вуглеводів в адаптації до посушливих умов та впливу важких металів.

У більшості з досліджуваних видів спостерігається максимум накопичення відновлюючих цукрів у листках наприкінці літа, що характеризується складними гідротермічними умовами, і складає від 0,92 % у *A. tataricum* до 2,78 % у *A. saccharinum*. В осінній період у всіх видів контрольної ділянки, окрім *A. platanoides* та *A. pseudoplatanus*, відмічається поступове зниження кількості відновлюючих цукрів у листках, що може бути пов'язаним з відтоком метаболітів у пагони, як підготовка до зимового періоду. Така сама динаміка спостерігається і при вивченні вуглеводного обміну спірей (Дубова, 2009).

Аналіз динаміки вмісту відновлюючих цукрів у листках кленів контрольної зони показав зростання кількості цукрів у процесі вегетації і зниження в осінній період (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст сумарних цукрів у листках кленів

Вміст сумарних цукрів у листках, % (контроль)				
Вид / відбір	травень	липень	серпень	жовтень
<i>A. platanoides</i>	1,185 ± 0,004	2,324 ± 0,563	2,293 ± 0,043	2,585 ± 0,043
<i>A. pseudoplatanus</i>	2,293 ± 0,087	1,870 ± 0,130	1,119 ± 0,109	3,165 ± 0,236
<i>A. saccharinum</i>	2,617 ± 0,216	2,940 ± 0,129	3,519 ± 0,257	3,230 ± 0,064
<i>A. negundo</i>	2,681 ± 0,237	0,824 ± 0,109	1,577 ± 0,065	1,479 ± 0,196
<i>A. tataricum</i>	1,217 ± 0,153	0,922 ± 0,044	1,250 ± 0,175	2,098 ± 0,238
<i>A. campestre</i>	0,889 ± 0,197	2,746 ± 0,065	2,487 ± 0,302	1,642 ± 0,174
<i>A. Semenovii</i>	1,021 ± 0,109	1,217 ± 0,087	1,315 ± 0,196	1,675 ± 0,196
<i>A. ginnala</i>	0,429 ± 0,088	0,824 ± 0,109	1,348 ± 0,109	1,021 ± 0,044
<i>A. trautvettera</i>	1,642 ± 0,044	1,315 ± 0,110	1,968 ± 0,195	1,152 ± 0,052
<i>A. monspessulanum</i>	0,492 ± 0,022	1,315 ± 0,240	0,791 ± 0,008	0,781 ± 0,006
Вміст сумарних цукрів у листках, % (дослід)				
<i>A. platanoides</i>	1,414 ± 0,153	1,185 ± 0,131	1,217 ± 0,175	1,315 ± 0,153
<i>A. pseudoplatanus</i>	1,152 ± 0,152	1,967 ± 0,325	1,217 ± 0,115	1,577 ± 0,131
<i>A. saccharinum</i>	2,098 ± 0,108	1,805 ± 0,174	1,935 ± 0,043	2,325 ± 0,151
<i>A. negundo</i>	1,935 ± 0,043	0,692 ± 0,129	1,870 ± 0,261	2,520 ± 0,086

На промисловій території спостерігається зниження вмісту цукрів у листках, особливо у період вимушеного спокою. Це може пояснюватися більш інтенсивним відтоком цукрів до пагонів, як адаптивна реакція на подразники різної природи, що і підтверджується підвищенням вмісту відновлюючих цукрів у пагонах цих рослин у порівнянні з контролем. Подібна тенденція встановлена й по відношенню до таких чагарників, як бузок та спірея, причому максимальний вміст цукрів припадає саме на кінець вегетації (Дубова, 2009), що говорить про захисну реакцію у відповідь на стрес.

Динаміка вмісту відновлюючих цукрів в однорічних пагонах кленів має закономірність до поступового зростання з незначними коливаннями протягом вегетаційного періоду і максимумом у зимовий період в усіх досліджуваних видів рослин контрольного та промислового майданчиків, що обумовлене інтенсивним розщепленням крохмалю в зимовий період (Юсипіва, 2012).

Відомо, що крохмаль, який нагромаджується в листках при фотосинтезі, може дуже швидко перетворюватися в сахарозу, яка є важливою транспортною

формою вуглеводів у рослині (Курсанов, 1976). Відомо, що транспорт продуктів фотосинтезу із листків у органи здійснюються у рослин на 90–95 % у формі сахарози (Дубова, 2009). Тобто, роль даної форми цукру є невичерпною для рослин і є показником активності фотосинтезу, що у свою чергу вказує на адаптованість до умов зростання.

Вміст сахарози в листках і пагонах досліджуваних рослин є досить варіабельним. Максимальні значення вмісту сахарози у листках припадають на кінець вегетації у більшості кленів колекції ботанічного саду. Найнижчий показник встановлено у видів, які показали недостатній вміст й інших форм цукрів, а саме – *A. monspessulanum*, *A. ginnala*, який не перевищує 0,39 % та 0,33 % відповідно. *A. Semenovii* показує різке зростання вмісту сахарози в осінній період, що може вказувати на інтенсифікацію гідролізу крохмалю при підготовці до зимового періоду.

На початку вегетації найбільший вміст сахарози відмічено у *A. negundo* (0,92 %), далі протягом вегетації відбувається зниження вмісту сахарози, що може бути результатом переведення останньої в олігосахарид і накопичення в пагонах. Накопичення крохмалю, у свою чергу, підвищує кріопротекторні властивості рослин.

У період гідротермічного стресу максимальний вміст сахарози в листках встановлено у аборигенних видів *A. platanooides*, *A. campestre* (0,95 % та 0,74 % відповідно), поступове зниження якого відбувається до кінця вегетації. Така характеристика вуглеводного обміну, а саме, обміну сахарози, у аборигенних видів колекції роду Клен може вказувати на пристосувальний характер даних змін метаболізму до несприятливих умов Степового Придніпров'я.

Інший аборигенний вид – клен татарський – характеризується різким підйомом вмісту сахарози в листках наприкінці вегетації (до 1,35 %), що позитивно корелює з підвищеним вмістом сахарози в однорічних пагонах цього виду (2,08 %). Такі особливості обміну сахарози є пристосувальним механізмом до зимового періоду.

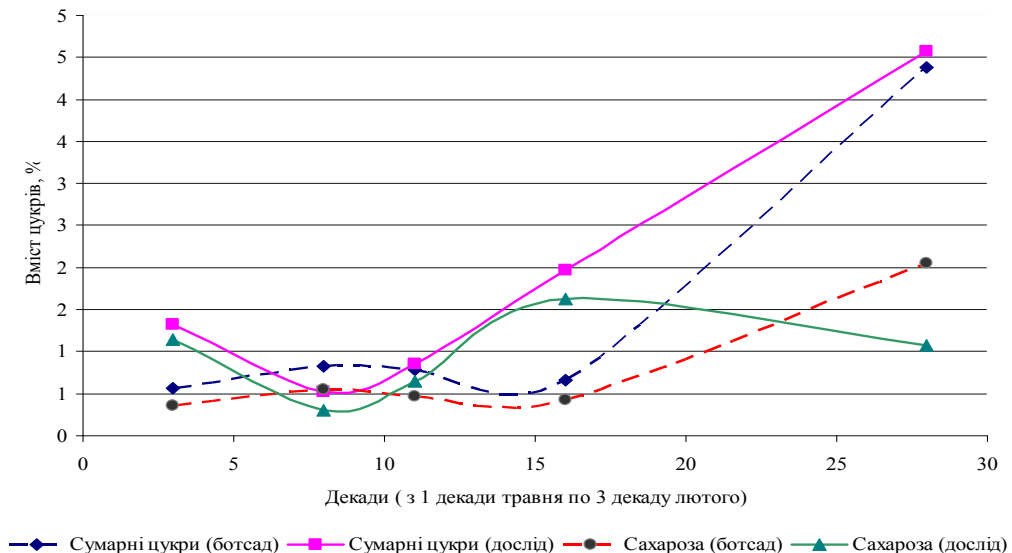


Рис. 1. Вміст цукрів у пагонах кленів за різного рівня забруднення на прикладі *A. pseudoplatanus*

Серед рослин промислової зони спостерігається незначне підвищення вмісту сахарози протягом вегетації (*A. pseudoplatanus*) (рис. 1) та наприкінці вегетації

ції (*A. negundo*, *A. saccharinum*, *A. platanoides*), останні з яких мають нижчий вміст сахарози у порівнянні з контролем. Така тенденція у коливаннях вмісту сахарози у листках кленів техногенно забрудненої зони може вказувати на недостатній рівень стійкості досліджуваних видів до гідротермічних умов та достатній рівень підготовки до зимового періоду. Збільшення кількості цукрів у листках рослин, які зростають в умовах забрудненого середовища, на думку Дубової, здійснюється за рахунок збільшення концентрації сахарози, що може відбуватися в результаті гальмування відтоку сахарози як основної транспортної форми в аттрагуючі органи (Дубова, 2009).

Серед досліджуваних видів кленів колекції ботанічного саду максимальних значень вмісту у пагонах сахароза досягає наприкінці вегетації у більшості з видів та у період вимушеного спокою в меншості. Усі види, що вважаються аборигенними серед досліджуваних, характеризуються максимальним вмістом сахарози саме в період фізіологічного спокою наприкінці вегетації, що можна розглядати як один із механізмів адаптації до зимового періоду. Високий вміст сахарози в найморозніший період показали інтродуценти, які відомі як малостійкі в умовах Південно-Східної України: *A. ginnala*, *A. monspessulanum* з показниками 1,21 % та 1,17 % відповідно, а також інтродуцент *A. pseudoplatanus* з показником 2,05 %. Подібну тенденцію спостерігали і для лип (*T. europaea*) з максимальним вмістом сахарози в однорічних пагонах у найморозніший період року (Юсипіва, 2012).

Для кленів, що зростають та території Придніпровської ТЕС спостерігаються зсуви максимальних значень показників вмісту сахарози з періоду фізіологічного спокою на період вимушеного і навпаки, що може вказувати на дестабілізацію обмінних процесів у рослинах. У всіх видів кленів, окрім *A. platanoides*, відбувається зниження вмісту сахарози в однорічних пагонах під впливом аерополітантів. Інші автори відмічають подібний характер впливу техногенних емісій на вміст сахарози у рослинних тканинах. Так, автори в умовах хронічного впливу на рослини роду *Acer* L. інгредієнтів промислових викидів ВАТ «Дніпрококс» відзначають зменшення кількості сахарози порівняно з контролем, що пояснюють нижчим рівнем накопичення крохмалю в корі та деревині кленів (Більчук, 2005). Комплексне забруднення навколишнього середовища, за дослідженнями Юсипівої, призводить до падіння рівня сахарози в однорічних пагонах лип (у *T. platyphyllos* на 14,9–29,0 %) (Юсипіва, 2012). Грицай відзначає зниження в насінні кленів кількості таких запасних речовин, як сахароза, сума цукрів, крохмаль та ліпіди (Грицай, 2012).

Така характеристика обміну сахарози наприкінці вегетації та в зимовий період може знижувати кріопротекторні властивості тканин, а отже – їх морозостійкість у техногенних умовах зростання.

Висновки. У результаті дослідження встановлено, що цукри є чутливим параметром до рівня забруднення навколишнього середовища, що виражається у зміні інтенсивності вуглеводного обміну кленів. Вміст сумарних цукрів кленів промислової ділянки зростає в пагонах, у той час, як в листках зменшується, що може бути обумовлено відтоком асимілятів до пагонів і виступати адаптивною реакцією. Рівень сахарози під впливом політантів знижується у всіх видів кленів. На умовно чистій території виділяється група кленів з високими показниками вмісту водорозчинних форм цукрів, які можуть використовуватися для озеленення промислових міст Степового Придніпров'я, а саме: *A. platanoides*, *A. campestre*, *A. pseudoplatanus*, *A. saccharinum*, *A. negundo*.

Серед досліджених видів найбільш стійкими до промислових токсикантів за показниками вуглеводного обміну виявилися *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*. Перспективними для широкого використання є *A. tataricum*, *A. ginnala*, *A. campestre*.

Бібліографічні посилання

1. *Базилевская И. А.* Интродукция растений. Экологические и физиологические основы / И. А. Базилевская, А. М. Мауринь. – Рига : Изд-во Латв. ун-та, 1986. – 103 с.
2. *Бессонова В. П.* Семенное возобновление древесных растений и промышленные поллютанты (SO₂ и NO₂) / В. П. Бессонова, Т. И. Юсыпова. – Запорожье : ЗДУ, 2001. – 193 с.
3. *Більчук В. С.* Особливості накопичення неструктурних вуглеводів у пагонах різних видів роду *Acer* в умовах коксохімічного виробництва / В. С. Більчук, Л. В. Шупранова // Вісник Дніпропетр. ун-ту. Біологія. Екологія. – 2005. – Вип. 2, т. 4. – С. 19–24.
4. *Гнатів П. С.* Адаптація деревних рослин в урбоекосистемі міста Львова / П. С. Гнатів // Лісівнича академія наук України : наук. пр. «Охорона природи та раціональне природокористування». – 2003. – Вип. 2, – С. 108–113.
5. *Грицай З. В.* Вплив промислових викидів коксохімічного підприємства на вміст вуглеводів та жирів у листках деревних рослин / З. В. Грицай, Т. І. Юсіпова // Питання біоіндикації та екології. – 2004. – Вип. 9. № 2. – С. 97–107.
6. *Грицай З. В.* Динаміка вмісту відновлюючих цукрів у листках представників роду *Acer* в умовах техногенного забруднення // Матеріали VIII междунар. науч.-практ. конф. «Новости научной мысли – 2012». – Прага, 2012. – Том 19. – С. 10–13.
7. *Долгова Л. Г.* Осмотично активні речовини у формуванні стійкості рослин-інтродуцентів роду *Chaenomeles Lindl* / Л. Г. Долгова // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя : ЗНУ, 2010. – Вип. 15, № 2. – С. 127–134.
8. *Дубова О. В.* Вплив поллютантів Запорізького алюмінієвого комбінату на морфофізіологічні показники чагарників / О. В. Дубова // Вісник Запоріж. нац. ун-ту. – № 1, 2009. – С. 95–101.
9. *Зайцева І. О.* Фізіолого-біохімічні основи інтродукції деревних рослин у Степовому Придніпров'ї / І. О. Зайцева, Л. Г. Долгова. – Д. : Вид-во ДНУ, 2010. – 388 с.
10. *Капелюш Н. В.* Санітарно-гігієнічна роль *Platanus orientalis* та *Platanus acerifolia* у насадженнях міста Запоріжжя / Н. В. Капелюш // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя : ЗНУ, 2009. – Вип. 14, № 1. – С. 68–73.
11. *Косаківська І. В.* Фізіолого-біохімічні основи адаптації рослин до стресів / І. В. Косаківська. – К. : Сталь, 2003. – 192 с.
12. *Курсанов А. А.* Транспорт ассимилятов в растении / А. А. Курсанов. – М. : Наука, 1976. – 647 с.
13. *Мусієнко М. М.* Екологія рослин : підр. / М. М. Мусієнко. – К. : Либідь, 2006. – 432 с.
14. *Починок Х. Н.* Методы биохимического анализа растений / Х. Н. Починков. – К. : Наук. думка, 1976. – 231 с.
15. *Сергеева К. А.* Физиологические и биохимические основы зимостойкости древесных растений / К. А. Сергеева. – М. : Наука, 1971. – 172 с.
16. *Чернікова О. В.* Вплив промислового забруднення на вміст цукрів в листках рослин роду *Spirea L.* / О. В. Чернікова // Наук. вісн. Чернів. ун-ту. – Сер. біол. – 2008. – Вип. 416. – С. 65–68.
17. *Шевякова Н. И.* Стрессорный ответ клеток *Nicotiana sylvestris L.* на засоление и высокую температуру. Аккумуляция пролина, полиаминов, бетаинов, сахаров / Н. И. Шевякова, Б. В. Рошупкин, Н. В. Парамонова // Физиология растений. – 1994. – 41. – С. 558–565.
18. *Юсіпова Т. І.* Динаміка неструктурних вуглеводів в однорічних пагонах представників роду *Tilia L.* в умовах коксохімічного виробництва / Т. І. Юсіпова, Ю. П. Коваль // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя : ЗНУ, 2012. – Вип. 17, № 1. – С. 147–159.
19. *Юсіпова Т.* Вплив техногенного навантаження на динаміку вмісту розчинних форм вуглеводів у листках представників роду *Acer L.* / Т. Юсіпова, О. Борисова // Вісник Львів. ун-ту. – Сер. біол. – 2015. – Вип. 69. – С. 174–182.
20. *Pharr D. M.* The dual role of mannitol as osmoprotectant and photoassimilate in celery / D. M. Pharr, J. M. H. Stoop // Hortscience, 1995. – 30. – P. 1182–1188.

Надійшла до редколегії 12.10.2015