

УДК 630*81 : 582.5/.9 + 581.133.1](477.63)

СОДЕРЖАНИЕ ФОРМ АЗОТА В ЛИСТЬЯХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ДЕНДРОФЛОРЫ ПАРКОВ Г. ДНЕПРОПЕТРОВСК

Ольга ИВАНЧЕНКО, Валентина БЕССОНОВА

Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет

Abstract. This research has been conducted to evaluate the content of nitrogen forms in the leaves of woody plants in the parks located at different distances from sources of pollution in the urban area of Dnipropetrovsk. It has been found that in all except a few wood species such as *Tilia platyphyllos* Scop. and *Biota orientalis* L. the content of total nitrogen does not differ from the control indices. In the city parks (e.g., in the park named after Yu. Gagarin and Sevastopol park), where the plants are exposed to low-risk man-induced impacts, the content of protein nitrogen in the leaves of the trees does not differ from the control indices, while this index is less in the plants in the other parks under study. Higher contents of non-protein nitrogen have been revealed in the leaves at the model sites in the parks named after L. Globa, T.G. Shevchenko, B. Khmel'nitsky, M. Kalinin, and in Molodezhny park; moreover, that index varies more significantly as compared to the protein nitrogen content. It has been observed that the values of the protein to non-protein nitrogen ratio are less in the leaves of the trees in the parks than the control indices, except for the plants in the park named after Yu. Gagarin. This indicator can be used as a marker of the vigorous status of woody plants in the city parks of industrial urban areas.

Key words: Urban parks; Woody plants; Leaves; Monitoring; Nitrogen form; Protein/Non-protein nitrogen.

Реферат. Изучено содержание форм азота в листьях древесных растений парков Днепропетровска, расположенных на разном удалении от источников загрязнения. Установлено, что содержание общего азота не отличается от контрольных показателей за некоторыми исключениями у липы широколистной и биоты восточной. В городских парках, растения которые испытывают невысокую техногенную нагрузку (им. Ю. Гагарина, Севастопольский) количество белкового азота в листьях деревьев не отличается от контрольных значений, в остальных парках – уменьшается. Содержание небелкового азота выше в листьях модельных объектов парков им. Л. Глобы, Т.Г. Шевченко, Б. Хмельницкого, М. Калинина, Молодежном, причем данный показатель изменяется более существенно по сравнению с белковым азотом. Наблюдается снижение соотношения белковый / небелковый азот в листьях деревьев парков по сравнению с контролем, за исключением парка им. Ю. Гагарина. Данный показатель можно использовать в качестве маркера жизненного состояния древесных растений парков промышленных городов.

Ключевые слова: Городские парки; Древесные растения; Листья; Мониторинг; Формы азота; Белковый / Небелковый азот.

ВВЕДЕНИЕ

В г. Днепропетровск, который является крупным промышленным центром, в связи с относительно плотной застройкой парки играют важную роль, являясь наиболее значимой составляющей в системе природного комплекса. Насаждения парков - мощный средостабилизирующий фактор урботехногенной среды. Современная структура города сложилась в 60-80-е года XX ст. Последние 25 лет крупномасштабных изменений в ней не происходило. Это обеспечивает стабильность условий существования парковых экосистем. Основную же угрозу их устойчивости представляют рекреационная нагрузка и ингредиенты техногенных выбросов. В связи с этим, анализируя состояние насаждений, необходимо учитывать как потенциальную способность экосистем парков к самовосстановлению, так и уровень нагрузки на них (Реймерс, Н. 1990; Шумовская, Д. 2005).

Воздействие на парковые экосистемы передается через абиотическую составляющую (загрязнение почвы и атмосферного воздуха, уплотнение почвы, изменение водного режима, вибрация и др.), а их сохранение обеспечивается биотической составляющей (Брукс, И. 1983). В оценку последней необходимо включать как индивидуальную характеристику древесных растений, так и насаждений в целом. Высокая чувствительность растений к внешним воздействиям позволяет использовать параметры их жизнедеятельности в качестве индикаторов их функционального состояния. Таковыми могут быть азотсодержащие вещества, им

принадлежит важная роль в обмене веществ, в молекулярной организации клеточных структур, в адаптации растений к стрессовым факторам (Образцова, В., Козюкина, Ж. 1971; Сергейчик, А., Сергейчик, С. 2002; Коршиков, И. и др., 2003; Бессонова, В., Иванченко, О. 2005; Иванченко, О. 2005; Косулина, Л. и др. 2007; Нерсисян, Г., Оганисян, А. 2012).

Цель данного исследования - проанализировать содержание форм азотистых соединений в листьях древесных растений парков г. Днепропетровск в качестве показателей для оценки возможности сравнения функционального состояния насаждений.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Содержание форм азота определили в листьях древесных растений, произрастающих в парках г. Днепропетровск, расположенных на разном удалении от источников аэрогенного загрязнения окружающей среды - промышленных предприятий и улиц с интенсивным движением автотранспорта. Парки им. М.И. Калинина и Молодежный расположены в сфере действия эмиссий Западного промышленного комплекса на удалении 2,3 и 2,8 км, соответственно. Парк им. Л. Глобы граничит с автодорогой с интенсивным движением автотранспорта, удаленность его от Западного промузла составляет 4,5 км. На состояние древесных насаждений парка им. Т.Г. Шевченко влияют выбросы Восточной промышленной группы предприятий и ТЭС. Севастопольский парк также находится в сфере влияния аэрополлютантов этого типа, однако парк частично отделен частным сектором и жилмассивом «Победа 1-6». Парк им. Ю. Гагарина и Б. Хмельницкого находятся около улиц с интенсивным движением авто-транспорта и отдалены от промышленных зон на 10 и 6 км соответственно. Как контроль использовали растения, произрастающие в загородном парке пгт. Петриковка, где количество загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и почве значительно ниже ПДК.

В качестве модельных объектов использовали деревья одной возрастной категории наиболее широко распространенные в парках г. Днепропетровск - липу широколистную (*Tilia platyphyllos* Scop.), клен остролистный (*Acer platanoides* L.), биоту восточную (*Biota orientalis* (L.) Endl.). Пробы отбирали с юго-восточной части кроны в июне, в связи с тем, что листья древесных растений в этот период характеризуются наибольшим накоплением азота (Сергейчик, С. и др. 1994). Формы азота определяли из одной навески по Х.Н. Починку (1976).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

По накоплению общего азота в листьях растений *T. platyphyllos* и *A. platanoides* больших различий в зависимости от их произрастания в том или ином парке, за незначительными исключениями, не наблюдалось. Лишь у первого вида в парке им. Б. Хмельницкого величина этого показателя достоверно ниже на 9,01 %, в парке им. Т.Г. Шевченко, наоборот, выше на 25,72 % по сравнению с контролем. В хвое *B. orientalis* количество общего азота превышало контрольные показатели только в парке им. М. Калинина (на 53,88 %), в других же парках разница между содержанием азота в листьях деревьев городских парков и пгт. Петриковка несущественна (табл. 1).

Направленность изменений содержания общего азота в условиях загрязнения среды, согласно литературным данным, неоднозначна. Так, в хвое поврежденных и неповрежденных 90-летних деревьев *Picea abies* (L.) Karst., находящихся под влиянием высоких концентраций SO₂ и повышенных NO₂ и O₃, содержание общего азота существенно не различалось (Schmeik, В., Wild, А. 1990). В.П. Бессоновой (1990) также не выявлено значительных различий в содержании общего азота в листьях березы повислой (*Betula pendula* Roth.), каштана конского обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.), тополя канадского (*Populus deltoides* Marsh.), произрастающих в зоне загрязнения тяжелыми металлами - Fe, Mn, Zn, Cr и др., в сравнении с контролем. Лишь у березы повислой отмечено некоторое снижение количества общего азота в отдельные месяцы. Эти данные, как и полученные нами для растений разных парков, свидетельствуют об относительной устойчивости данного показателя при действии антропогенных стрессов (табл. 1).

Таблица 1. Содержание общего азота в листьях деревьев парков, % на сухую массу

Парк	<i>Tilia platyphyllos</i>	% к контр.	t _d	<i>Acer platanoides</i>	% к контр.	t _d	<i>Biota orientalis</i>	% к контр.	t _d
пгт. Петриковка	3,11±0,12	100,0	-	3,18±0,11	100,00	-	1,80±0,07	100,00	-
им. Л. Глобы	3,05±0,09	98,07	0,40	3,01±0,12	94,65	1,05	1,65±0,07	91,66	1,53
им. Ю. Гагарина	3,18±0,13	102,25	0,39	2,97±0,21	93,39	0,88	1,85±0,14	102,77	0,32
им. Б. Хмельницкого	2,83±0,14*	90,99	3,96	2,71±0,20	85,22	2,06	1,61±0,12	89,44	1,37
Молодежный	2,87±0,13	92,28	1,36	2,90±0,15	91,19	1,50	1,65±0,04	91,66	1,87
Севастопольский	2,97±0,22	95,49	0,56	3,08±0,19	96,85	0,45	1,57±0,10	87,22	1,91
им. Т.Г. Шевченко	3,91±0,16*	125,72	4,00	2,79±0,14	87,73	2,19	1,68±0,11	93,33	0,92
им. М. Калинина	2,92±0,09	93,89	1,26	3,08±0,12	96,85	0,61	2,77±0,13*	153,88	6,59

Примечание: * - разница между контрольным и опытным вариантами статистически достоверна на 95%-ном уровне вероятности

Вместе с тем, в некоторых источниках отмечаются снижения уровня общего азота в листьях в условиях загрязнения окружающей среды. Так, в ассимиляционных органах *Betula pubescens* Ehrh., *B. pendula* Roth., *Picea abies* (L.) Karst., *Pinus sylvestris* L. в двух промышленных районах Швеции, в одном из которых загрязнителем был диоксид серы, в другом - тяжелые металлы (Cu, Zn) выявлено уменьшение количества этой формы азота (Balsberg-Paohllsson, A. 1989). А.О. Неверовой (2008) получены противоположные результаты: содержание общего азота в хвое ели сибирской и сосны обыкновенной скверов и примагистральных насаждений превышает контроль на 83-87 и 51-59 % соответственно. Согласно Л.А. Захаровой (2005) повышения индекса загрязнения атмосферы ведет к повышению содержания N_{общ.} в листьях *Salix alba* L. и его снижению у *Salix ledebouriana* Trautv. Таким образом, данные об изменении уровня общего азота в листьях древесных растений не могут быть объективными показателями изменения их функционального состояния.

В листьях модельных объектов в парках, испытывающих относительно невысокий уровень техногенной нагрузки (парк им. Ю. Гагарина, Севастопольский), достоверных различий в содержании белкового азота сравнительно с контролем не выявлено (табл. 2). Однако количество этой формы азота более низкое, по сравнению с контролем, в листьях растений большинства парков (им. Л. Глобы, Б. Хмельницкого, Т.Г. Шевченко, Молодежный и М. Калинина) (табл. 2, рис. 1).

Таблица 2. Содержание белкового азота в листьях деревьев парков, % на сухую массу

Парк	<i>Tilia platyphyllos</i>	t _d	<i>Acer platanoides</i>	t _d	<i>Biota orientalis</i>	t _d
пгт. Петриковка	2,93±0,07	-	2,82±0,09	-	1,61±0,05	-
им. Л. Глобы	2,50±0,10*	3,52	2,43±0,08*	3,25	1,30±0,05*	4,42
им. Ю. Гагарина	2,80±0,07	1,32	2,61±0,09	1,65	1,65±0,07	0,46
им. Б. Хмельницкого	2,32±0,08*	5,75	2,26±0,07*	4,91	1,30±0,05*	4,42
Молодежный	2,22±0,12*	5,14	2,30±0,10*	3,88	1,23±0,03*	6,55
Севастопольский	2,55±0,11	2,92	2,67±0,13	0,94	1,35±0,08	2,76
им. Т.Г. Шевченко	2,45±0,09*	4,21	2,35±0,10*	3,50	1,33±0,04*	4,37
им. М. Калинина	2,22±0,04*	8,87	2,40±0,06*	3,88	1,25±0,08*	3,83

Примечание: см. табл. 1

Сведения о направленности изменения количества белкового азота, как и общего, при действии на растения неблагоприятных факторов противоречивы. В ряде работ отмечается, что ухудшение состояния растений сопряжено с уменьшением содержания белков. Так, снижение белка в хвое внешне здоровых сосновых культур средневозрастных и спелых древостоев выявлено на расстоянии 1,5-5,5 км от завода азотных удобрений. Анализ содержания белкового азота в хвое сосны в условиях промышленного загрязнения свидетельствует о тенденции к его снижению с ухудшением состояния деревьев (Сазонова, Т. и др. 2001). Выявлен синергизм в

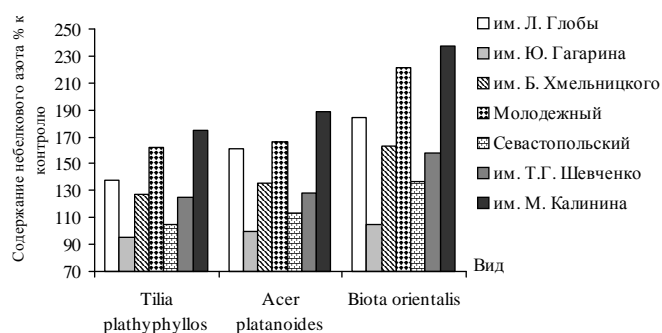


Рисунок 1. Содержание белкового азота в листьях деревьев парков, % к контролю

влияние аэрогенного загрязнения на содержание белкового азота в листьях древесных растений в опытах В.П. Тарабрина с соавт. (1986) определяются видовой спецификой реакции растений, оно может как снижаться, так и возрастать, при этом четко выраженная связь со степенью устойчивости не прослеживается. Н.В. Гетко (1989) также указывает, что взаимодействие растений с ксенобиотиками у более устойчивых видов не приводит к снижению общего содержания белка, как это выявлено для чувствительных видов.

Согласно нашим данным, как уже отмечалось, в листьях растений в парках, расположенных в зонах с повышенным уровнем загрязняющих веществ (им. М. Калинина, Т.Г. Шевченко, Б. Хмельницкого, Л. Глобы, Молодежный) количество белкового азота ниже, чем в контроле, а в парках с относительно невысоким загрязнением веществ (парк им. Ю. Гагарина, Севастопольский) его содержание не отличается от контроля.

Количество небелкового азота достоверно выше в листьях изучаемых объектов большинства парков (табл. 3). Лишь у деревьев парков им. Ю. Гагарина и Севастопольском количество этой формы азота почти такое же, как в контроле. Следует отметить, что содержание небелкового азота отличается от показателей контроля более существенно, чем белкового. Наиболее значительное превышение количества небелкового азота над фоновым уровнем наблюдается в листьях растений парков им. М. Калинина и Молодежном. Его содержание в первом парке по отношению к контролю в листьях липы широколистной составляет 175,00 %, клена остролистого - 188,88 %, биоты восточной - 236,84 %, во втором - 162,50; 166,66 и 221,05 %, соответственно (рис. 2). В хвое биоты возрастание данного показателя выше, чем у других видов исследуемых растений, возможно потому, что хвойные более чувствительны к загрязнению атмосферного воздуха (Сергейчик, С. 1994; Михайлова, Т. Бережная, Н. 2000), хотя по классификации Г.М. Илькуна (1978) газоустойчивость этого растения оценена в 2 балла (устойчивые). Однако в условиях засушливого климата Юго-Востока Украины местоположение этого вида в ряду толерантности древесных растений к антропогенному загрязнению может изменяться. Остальные парки по уровню содержания небелкового азота в листьях модельных растений располагаются так: Л. Глобы и Б. Хмельницкого < Т.Г. Шевченко.

Соотношение фондов небелковой и белковой фракций является важным показателем направленности обменных процессов в растении. Снижение этой величины свидетельствует о более низкой интенсивности биосинтеза белка, что негативно сказывается на процессах роста и развития, а также об интенсификации процессов гидролиза.

Поскольку содержание белкового азота в листьях деревьев большинства парков ниже, а небелкового более высокое, чем в загородном парке, соотношение этих двух фракций выражается меньшей величиной в условиях городских парков, за исключением модельных деревьев парков им. Ю. Гагарина (табл. 4). Наименьшим числом выражается соотношение белковый / небелковый азот в листьях растений, произрастающих в парках им. М. Калинина и Молодежном. Близкие величины установлены в парках им. Л. Глобы и Б. Хмельницкого. Ранжирование парков по этому показателю практически совпадает с таковыми показателями степени изменения содержания небелкового азота. По величине соотношения белковый /

действию засухи и SO_2 . Под влиянием засухи содержание белка в хвое *Picea abies* (L.) Karst. снижается на 15 %, в то время как при совместном влиянии SO_2 и засухи - на 20 % (Sicffert, A., Queiroz, O. 1984), что коррелирует с ухудшением функционального состояния растений. Особенно существенно это выражено в органах ассимиляции сильно ослабленных, усыхающих от токсических газов деревьев (Регалис, А., Армолайтис, К. 1984; Сергейчик, С. 1994; Михайлова, Т. Бережная, Н. 2000). Однако характер

Таблица 3. Содержание небелкового азота в листьях деревьев парков, % на сухую массу

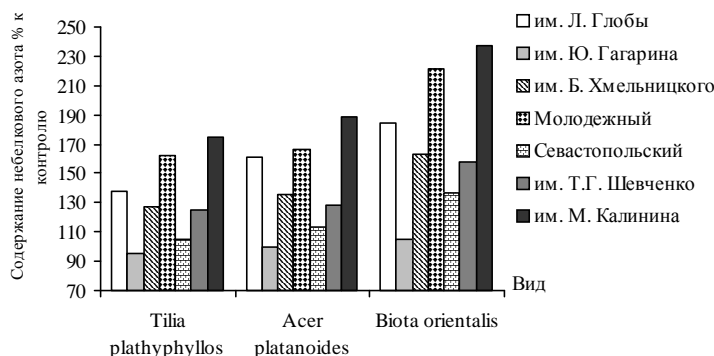
Парк	<i>Tilia plathyphyllos</i>	t _d	<i>Acer platanoides</i>	t _d	<i>Biota orientalis</i>	t _d
пгт. Петриковка	0,40±0,03	-	0,36±0,02	-	0,19±0,02	-
им. Л. Глобы	0,55±0,02*	4,16	0,58±0,03*	6,11	0,35±0,03*	4,44
им. Ю. Гагарина	0,38±0,05	0,34	0,36±0,02	-	0,20±0,02	0,35
им. Б. Хмельницкого	0,59±0,02*	5,27	0,49±0,03*	3,61	0,31±0,02*	4,28
Молодежный	0,65±0,04*	5,00	0,60±0,03*	6,66	0,42±0,06*	3,65
Севастопольский	0,42±0,05	0,34	0,41±0,06	0,79	0,26±0,03	1,94
им. Т.Г. Шевченко	0,50±0,01*	3,22	0,46±0,02*	3,57	0,30±0,02*	3,92
им. М. Калинина	0,70±0,02*	8,33	0,68±0,05*	6,03	0,45±0,04*	5,90

Примечание: см. табл. 1.

небелковый азот в листьях исследуемых растений парки располагаются в следующем порядке: парк пгт. Петриковка = им. Ю. Гагарина > Севастопольский > им. Б. Хмельницкого > им. Т.Г. Шевченко > им. Л. Глобы > Молодежный > им. М. Калинина.

Как уже отмечалось, снижение этого соотношения отражает угнетение интенсивности ростовых процессов, а накопление небелкового азота коррелирует с возрастанием уровня действия неблагоприятных факторов (Михайлова, Т., Бережная, Н. 2000). Существенное падение величины отношения белкового азота к небелковому при ухудшении жизненного состояния растений наблюдали В.О. Казарян (1969) и П.И. Гирс (1982). Установлено, что нарушение соотношения белковый / небелковый азот вызывает нарушение водного режима клеток, нормального цикла биохимических процессов (Сергейчик, С. 1994). Следовательно, уменьшение данного соотношения по сравнению с нормой свидетельствует не только о снижении жизненного состояния, но и в свою очередь оказывает влияние на функциональное состояние растений.

Таким образом, различия в содержании общего азота не выявлены, а белкового - не являются показательными. Критерием ухудшения функционального состояния растений может служить соотношение белковый / небелковый азот. По степени различий в величине этого отношения в листьях определенного вида индикаторных растений можно заключить, что в наихудшем

**Рисунок 3.** Содержание небелкового азота в листьях древесных растений парков, % к контролю**Таблица 4.** Соотношение белкового / небелкового азота в листьях деревьев парков

Парк	<i>Tilia plathyphyllos</i>	<i>Acer platanoides</i>	<i>Biota orientalis</i>
пгт. Петриковка	7,32	7,83	8,47
им. Л. Глобы	4,54	4,18	3,71
им. Ю. Гагарина	7,36	7,25	8,25
им. Б. Хмельницкого	4,54	4,61	4,19
Молодежный	3,41	3,83	2,92
Севастопольский	6,07	6,51	5,19
им. Т.Г. Шевченко	4,90	5,10	4,43
им. М. Калинина	3,17	3,53	2,77

функциональном состоянии находятся растения в парках им. М. Калинина и Молодежном, в лучшем - парках им. Ю. Гагарина и Севастопольском.

ВЫВОДЫ

1. В листьях исследуемых видов деревьев парков Днепрпетровска не наблюдается статистически достоверных отличий в содержании общего азота по сравнению в расте-

ниями контрольного варианта (пгт. Петриковка), за некоторыми исключениями у липы широколистной и биоты восточной, что свидетельствует об относительной устойчивости данного показателя к антропогенной нагрузке на окружающую среду.

2. Количество белкового азота в листьях растительных объектов, произрастающих в условиях умеренной техногенной нагрузки (парк им. Ю. Гагарина, Севастопольский) относительно контрольных показателей не изменяется. В других парках эта величина существенно ниже по сравнению со значениями загородной территории.

3. Содержание небелкового азота в ассимиляционных органах древесных растений парков, которые находятся в сфере действия промышленных эмиссий и выбросов автотранспорта (парк им. Л. Глобы, Т.Г. Шевченко, Б. Хмельницкого, М. Калинина, Молодежный), превышает аналогичные показатели контрольных тест-объектов.

4. Наблюдается снижение соотношения $N_{\text{белк.}}$ и $N_{\text{небелк.}}$ в листьях исследуемых древесных растений, произрастающих в городских парках по сравнению с контрольными измерениями, за исключением парка им. Ю. Гагарина, которых находится на значительном удалении от всех источников антропогенных выбросов. По снижению данного показателя в листьях деревьев парки можно ранжировать следующим образом: парк пгт. Петриковка = им. Ю. Гагарина > Севастопольский > им. Б. Хмельницкого > им. Т.Г. Шевченко > им. Л. Глобы > Молодежный > им. М. Калинина. Данное соотношение можно использовать как маркер состояния древесных растений парковых территорий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. BALSBERG-PAOHLSSON, A.M. (1989). Effects of heavy-metal and SO₂ pollution on the concentrations of carbohydrates and nitrogen in tree leaves. In: *Canad. J. Bot.*, vol. 67(7), pp. 2106-2413. ISSN 0008-4026.
2. BESSONOVA, V.P. (1990). Dinamika azota, fosfora i kaliã v list'ãh drevesnyh rastenij v usloviãh aãrogenogo zagrãžneniã okružãu'lej sedy tãželymi metallami. V: *Antropogennye vozdejstviã na lesnye ãkosistemy stepnoj zony*. Dnepropetrovsk: DGU, s. 83-86.
3. BESSONOVA, V.P., VANČENKO, O.E. (2005). Pokazniki azotnogo obmãnu roslin ãk markeri zabrudnennã dovãllã spolukami zalãza ta hromu. Strategiã vyživaniã. V: *Adaptaciã i rehabilitaciã naseleniã Ukrainy v usloviãh tehnogennyh peregruzok: 6-ã nauã.-praktiã. konf.*, 30-31 maã 2005 g. Dnepropetrovsk, s. 177-181.
4. BRUKS, I.I. (1983). Nekotorye matematičeskie voprosy opredeleniã potencial'noj ustojãivosti prirodnyh kompleksov v celãh prognozirovaniã ih sostoãniã. V: *Metodologiã i metody geografiãeskogo prognozirovaniã*. Moskva: MGU, s. 104-113.
5. GETKO, N.V. (1989). *Rasteniã v tehnogennoj srede*. Minsk: Navuka i tehnika. 206 s.
6. GIRS, G.I. (1982). *Fiziologiã oslablennogo dereva*. Novosibirsk: Nauka. 256 s.
7. IL'KUN, G.M. (1978). *Zagrãžniteli atmosfery i rasteniã*. Kiev: Naukova dumka. 246 s.
8. IVANČENKO, O.E. (2005). Zmina vmistu zagal'nogo, bilkovogo i nebilkovogo azotu v ocinci stijkosti roslin ta stanu dovkillã za dii nadlyšku zalãza ta hromu u grunti. V: *Suãasni problemy ekologii: mižnarodna konf. molodyh vãenyh*, 28-30 veresnã 2005 r. Zaporizžã: ZNU, s. 101-103.
9. KAZARÂN, V.O. (1969). *Starenie vysših rastenij*. Moskva: Nauka. 314 s.
10. KORŠIKOV, I.I., IGNATENKO, A.A., VINOGRADOVA, E.N. (2003). Soderžanie azota v list'ãh drevesnyh rastenij i ih povreždaemost' - indikacionnye pokazateli ãmissionnyh vozdejstvij himkombinata po proizvodstvu azotnyh udobrenij. V: *Promyšlennaja botanika*, nr. 3, s. 120-125. ISSN 1728-6204.
11. KOSULINA, L.G., LUCENKO, Je.K., AKSENOVA, V.K. (2007). Fiziologiã ustojãivosti rastenij k neblagopriãtnym faktoram sedy. Rostov-na-Donu: *Izd-vo Rostovskogo un-ta*. 236 s.
12. MIHAJLOVA, T.A., BEREŽNAÂ, N.S. (2000). Ocenka sootnošeniã sosnovyh lesov pri dlitel'nom vozdejstvii vybrosov alũminievogo zavoda. V: *Geografiã i prirodnye resursy*, nr. 1, s. 43-50. ISSN 0206-1619.
13. NERSISÂN, G.S., OGANISÂN, A.A. (2012). Osobennosti metabolizma rastenij v usloviãh g. Erevana. In: *Annals of agrarian science*, vol. 10(1), pp. 67-74. ISSN 1512-1887.
14. NEVEROVA, O.A. (2008). Osobennosti nakopleniã sery i azota derev'ãmi razliãnyh ãkologiãeskikh zon goroda Kemerovo. V: *Sovremennye naukoemkie tehnologii*, № 8, s. 50-51. ISSN 1812-7320.
15. OBRAZCOVA, V.I., KOZÚKINA, Ž.T. (1971). Nekotorye osobennosti azotnogo obmena rastenij v usloviãh zagrãžneniã atmosfery. V: *Rasteniã i promyšlennã sreda*. Kiev: Naukova dumka, s. 61-63.
16. POČINOK, H.N. (1976). *Metody biohimiãeskogo analiza rastenij*. Kiev: Nauk. Dumka. 334 s.
17. REGALIS, A.K., AROMOLAJTIS, K.Č. (1984). Vliãniã promyšlennogo zagrãžneniã lesnoj ãkosistemy i meropriãtiã po povyšeniã ih ustojãivosti. Kaunas: *Girmonie*, s. 84-85.
18. REJMERS, N.F. (1990). *Prirodopol'zovanie*. Moskva: Mysl'. 536 s.

19. SAZONOVA, T.A. et al. (2001). Azotnye soedineniâ v hvoe sosny v usloviâh promyšlennogo zagrâzneniâ. V: Lesnoj žurnal, № 5-6, s. 47-52.
20. SCHMEIK, B., WILD, A. (1990). Studies on the content of free in needls of undamaged spruce trees at natural habitat. In: J. Plant Physiology, vol. 136(1), pp. 66-71. ISSN 0176-1617.
21. SERGEJCHIK, A.A., SERGEJCHIK, S.A. (2002). Vliânie toksičnyh komponentov tehnogenykh čmissij na ustojčivost' hvoynyh lesoobrazuújijh porod Belarusi. V: Botaničeskie sady: sostoânie i perspektivy sohraneniâ, izučeniâ, ispol'zovaniâ biologičeskogo raznoobraziâ rastitel'nogo mira: Tez. dokl. Meždunar. nauč. konf., g. Minsk, 30-31 maâ 2002 g. Mn.: BGPU, s. 246-248.
22. SERGEJČIK, S.A. (1994). Ustojčivost' drevesnyh rastenij v tehnogennoj srede. Minsk: Nauka i tehnika. 279 s.
23. SICFFERT, A., QUEIROZ, O. (1989). Synergistic interaction of drought and SO₂ pollution on the protein pattern of *Picea abies* needles. In: Plant Physiol. Biochem, nr. 27 (2), pp. 269-274.
24. ŠUMOVSKAÂ, D.A. (2005). Tipizaciâ parkovyh territorij Moskvy po ustojčivosti k antropogennomu vozdeystviú. V: Problemy ozeleneniâ krupnyh gorodov: al'manah, № 11, s. 48-51.
25. TARABARIN, V.P. et al. (1986). Fitotoksičnost' organičeskih i neorganičeskih zagrâznenij. Kiev. 283 s.
26. ZAHAROVA, L.A. (2005). Ustojčivost' vidov roda *Salix* L. k ačrotehnogennomu zagrâzneniú atmosfery: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Novosibirsk. 19 s.

Data prezentării articolului: 04.04.2016

Data acceptării articolului: 12.05.2016