

Учреждение образования
«Международный государственный экологический
университет имени А.Д.Сахарова»

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК

Научно-практический журнал

№ 2 (28)
АПРЕЛЬ–ИЮНЬ 2014

*Основан в мае 2007 года
Выходит ежеквартально*

Минск
2014

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА:

Учреждение образования «Международный государственный
экологический университет имени А.Д.Сахарова»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

кандидат биологических наук, доцент **Дунай Валерий Иванович**

МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Я. Шишко, профессор, Варшавский университет естественных наук (Республика Польша)

Б. Крстич, профессор, Университет г. Нови Сад (Республика Сербия)

И. В. Дардынская, профессор, Иллинойский университет (США)

И. А. Степанов, профессор, Международный независимый эколого-политологический университет (Россия)

С. Н. Степаненко, профессор, Одесский государственный экологический университет (Украина)

Г. Либератос, профессор, Университет г. Патрас (Греция)

Й. Сабол, профессор, Пражский технический университет (Чешская Республика)

А. П. Денисов, генеральный директор ИЧУПП «Кока-кола Бевриджиз Белоруссия» (Беларусь)

Ю. А. Коровин, профессор, Объединенный институт ядерных исследований (Россия)

РЕДКОЛЛЕГИЯ:

С. С. Позняк, д-р с.-х. наук, доцент
(зам. главного редактора)

О. В. Лозинская (научный редактор)

В. Г. Баштовой, д-р физ.-мат. наук, проф.

С. Е. Головатый, д-р с.-х. наук, проф.

А. П. Голубев, д-р биол. наук, доцент

А. Н. Капич, д-р биол. наук, проф.

С. П. Кундас, д-р тех. наук, проф.

А. В. Кильчевский, д-р биол. наук,
проф., член-корр. НАН Беларуси

Л. М. Лобанок, д-р мед. наук, проф.

С. Б. Мельнов, д-р биол. наук, проф.

А. Е. Океанов, д-р мед. наук, проф.

Т. Ф. Персикова, д-р с.-х. наук, проф.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

ул. Долгобродская, 23, 220070, г. Минск,
тел. (017) 230 73 72, факс: (017) 230 68 97

E-mail: info@iseu.by

<http://www.iseu.by>

Свидетельство о государственной регистрации № 1366 от 10.06.2010,
выдано Министерством информации Республики Беларусь

Редакторы *Е. В. Корзун, Т. А. Лавринович*

Компьютерная верстка *М. Ю. Мошкова*

Корректор *Е. В. Корзун, О. А. Кучинский*

Great Lakes Centers for Occupational and Environmental Safety
and Health University of Illinois at Chicago School of Public Health

Журнал издается при поддержке Центров Великих озер профессиональной и экологической безопасности и здоровья
Школы общественного здоровья Иллинойского университета в Чикаго, США

Подписано в печать 30.06.2014 г. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 14,5. Уч.-изд. л. 14,49. Тираж 100 экз. Заказ 351. Бесплатно

ОАО «Оргстрой»

ЛП № 02330/0494197 от 03.04.2009.

Ул. Берестянская, 16, 220034, г. Минск

© Учреждение образования
«Международный государственный
экологический университет
имени А.Д.Сахарова», 2014

В. И. Дунай¹, В. Тщентке², П. В. Сторчак¹

¹Международный государственный экологический университет имени А. Д. Сахарова,
г. Минск, Республика Беларусь

²Университет им. А. Гумбольдта, г. Берлин, Германия

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ СТИМУЛЯЦИИ НА ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОСТИ NO-СИНТАЗЫ НЕЙРОНОВ ПЕРЕДНЕГО ГИПОТАЛАМУСА В ПРЕНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ УТКИ МУСКУСНОЙ (*CAIRINA MOSCHATA*)

В статье представлены результаты исследования изменения активности нейрональной NO-синтазы под влиянием температурной стимуляции, рассмотрено действие гипо- и гипертермии на изменение сроков появления нейронов, содержащих NO-синтазу, а также доказано изменение активности данного фермента под действием температурного фактора в процессе онтогенеза.

Ключевые слова: NO-синтаза, пренатальный онтогенез, монооксид азота

Введение

Начиная с 80-х годов прошлого столетия, когда группой исследователей в составе Furchgott, Zavadzki и Palmer, Moncada была открыта биологическая роль оксида азота (NO), произошел существенный прорыв в различных областях знаний. За короткий промежуток времени была доказана роль NO в регуляции практически всех систем организма. Открытие NO принципиально изменило представления о механизмах передачи информации в нервной системе. Классическая картина, когда передача информации между нейронами осуществляется в строго определенных местах – синапсах, и в одном направлении, сменилась концепцией диффузной передачи сигнала [1].

В организме оксид азота образуется в результате окисления аминокислоты L-аргинина с одновременным синтезом другой аминокислоты цитруллина под влиянием фермента NO-синтазы. В дальнейшем были открыты три изоформы этого фермента и оказалось, что различные изоформы выполняют в организме различные функции. В наше время хорошо изучены: а) макрофагальная NO-синтаза, которая имеет микробицидное или цитотоксическое действие; б) эндотелиальная NO-синтаза, основная роль которой связана с тем, что NO является мощным сосудорасширяющим агентом и участвует в регуляции мозгового кровообращения [2]. Что касается нейрональной NO-синтазы, то сегодня ее функции и роль до конца не выяснены, но значение NO в ЦНС в нормальных условиях принято связывать с тремя процессами:

- 1) участие NO в межнейронной связи в качестве нейромедиатора;
- 2) регуляция церебрального кровотока;
- 3) установление межнейронных синаптических взаимосвязей во время развития нервной системы [3].

Монооксид азота является одним из существенных факторов, обеспечивающих развитие нервной системы, а также выполняет важную функцию в механизмах роста нервных окончаний и в формировании синаптических контактов. Имеются данные, что NO участвует в центральных механизмах регуляции важных автономных функций: дыхания и кровообращения. Показано, что NO, синтезируемый нейронами терморегуляторных центров головного мозга, участвует в регуляции активности периферических эффекторов теплоотдачи и теплопродукции [4].

Материалы и методы исследования

Для исследования использовались 20, 23, 28 и 33-х дневные эмбрионы уток. Для исследования влияния перегрева на развитие нейронов, содержащих NO-синтазу, яйца утки инкубировали в течение 3-х часов непосредственно перед извлечением мозга эмбрионов, при температуре 38 °С. Для изучения влияния низких температур яйца утки инкубировали в течение 3-х часов при температуре 34 °С. Изучались серийные срезы гипоталамуса эмбрионов уток в возрасте от 20 до 33 дней.

Для идентификации нейронов, содержащих нейрональную NO-синтазу, был использован гистохимический метод исследования, разработанный U. Scherer-Singler (1983) в модификации В. Норе и S. Vincent (1992). Извлекали головной мозг на определенной стадии развития эмбриона и фиксировали его 1 час при температуре 4 °С в 4%-м растворе параформальдегида, приготовленном на 0,1 М Na-фосфатном буфере (рН 7,4), после чего промывали в 15 % растворе сахарозы в течение 2 суток с 7–8-кратной сменой раствора. Кусочки замораживали в криостате, где изготавливали срезы толщиной 20 мкм, которые монтировали на предметные стекла и высушивали в токе холодного воздуха, подаваемом вентилятором. Высушенные срезы помещали в инкубационную среду и термостатировали 1 час при 37 °С. Состав инкубационной среды: 50 мМ Трис-буфер, 0,2 % Тритон X-100 (Sigma), 0,8 мг/мл β-NADPH (Sigma), 0,4 мг/мл НСТ; рН 8,0 (Норе, Vincent, 1989). После инкубации срезы 3-х-кратно промывали в дистиллированной воде, обезживали в спиртах и заключали в бальзам. Интенсивность окрашивания нейроцитов соответствует активности выявляемого энзима.

Для определения изменения активности NO-синтазы в нейронах головного мозга был использован «пиксельный метод» (М. С. Старцева, В. М. Черток). В его основе лежит совершенно иной, чем при цитофотометрии, принцип измерений, который заключается в подсчете стандартными компьютерными программами Adobe Photoshop и Mathcad в автоматическом режиме суммы пикселей, образующих данное изображение в выделенном участке препарата. Для вычисления значений оптической плотности продукта гистохимической реакции в нейронах оцифрованное изображение препарата переносится на экран компьютера и вводится в окно программы Adobe Photoshop. Затем область фона выделяется и удаляется, а цвета инвертируются, что делает возможным автоматический подсчет суммы яркостей пикселей не только в отдельных, обведенных «световым пером» нейронах, но и автоматизированное вычисление этого показателя во всех клетках выделенного участка препарата. Кроме того, после инверсии цвета в этой программе нейроны со светлой окраской имеют более привычные для нашего восприятия меньшие значения интенсивности, а с более темной – большие, т. е. программа присваивает белому цвету – значение 1 из 256 градаций интенсивности. После пересохранения документа из формата JPEG в формат BMP изображение автоматически перемещается в программу Mathcad с помощью встроенной функции READBMP. В программе Mathcad с использованием функции imhist происходит автоматическое построение матрицы размерностью $m \times n$, где m – количество пикселей в столбце, n – количество пикселей в строке. Каждому пикселю в такой матрице соответствует свой номер яркости. Данные, приведенные в матрице, используются для вычисления суммарной яркости пикселей в выявленных нами нейронах.

Для вычисления суммарной яркости пикселей (I) используется следующая формула:

$$I = j_0 \times 0 + j_1 \times 1 + \dots + j_{255} \times 255 = \sum_{j=0}^{255} j \times j,$$

где j_i – количество пикселей с определенной яркостью [5, 6, 7].

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета программ Statistika 6.0, а все промежуточные расчеты выполнялись при помощи программы Microsoft Office Excel 2007.

Результаты и их обсуждение

Ранее было установлено, что в период между 20-м и 33-м днем эмбрионального развития в гипоталамической области уток происходят изменения в распределении нейронов, содержащих NO-синтазу. Результаты представлены в табл. 1. В контрольной группе появление нейронов, содержащих NO-синтазу, было зафиксировано, начиная с 23-го дня развития эмбриона. При воздействии гипертермии нейроны, содержащие NO-синтазу, также появлялись, начиная с 23-го дня развития, а при воздействии гипотермии NO-синтаза в нейронах начинала синтезироваться с 20-го дня развития эмбриона. Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что гипотермия является стимулирующим фактором в развитии NO-ергической системы [8].

Влияние температурного фактора на количество НАДФН- δ -позитивных нервных клеток в переднем гипоталамусе у 20-, 23-, 28- и 33-дневных эмбрионов утки

Дни/температура	Контроль	Влияние гипертермии	Влияние гипотермии
20 дней	0	0	14,20 ± 6,12*
23 дня	25,20 ± 4,24	30,21 ± 6,22	32,33 ± 3,23
28 дней	36,11 ± 3,26	36,03 ± 4,64	40,22 ± 4,54
33 дня	44,24 ± 6,42	42,42 ± 4,26	48,03 ± 2,44

Примечание: * – различия достоверны по отношению к контролю: $p < 0,05$

Для определения качественных изменений, которые наблюдаются в нейронах гипоталамической области уток, был использован «пиксельный метод».

Установлено, что в пренатальном онтогенезе утки, начиная с 23-го дня развития эмбриона, наблюдается увеличение концентрации нейрональной NO-синтазы, с $11,21 \pm 0,73$ усл. ед., на 23-й день, до $17,62 \pm 1,01$ усл. ед. на 33-й день (рис. 1). Различия между показателями активности NO-синтазы в контрольной группе на 23 и 28 день развития статистически значимы, так как $t = 8,07$, при $p > 0,05$, и $v = 39$, а рассчитанное $t > t$ табличного ($t = 2,02$). Различия между показателями активности NO-синтазы в контрольной группе на 28 и 33 день эмбрионального развития так же статистически значимы. Рассчитанное $t = 5,51$, при $p > 0,05$, и $v = 39$.

При гипотермии NO-позитивные нейроны обнаруживаются, начиная с 20-го дня, и активность фермента NO-синтазы увеличивается с $9,65 \pm 1,01$ усл. ед., на 20-й день, до $20,55 \pm 0,76$ усл. ед., на 33-й день. Различия между показателями активности NO-синтазы в группе, подвергшейся гипотермии на 23 и 28 день развития, статистически значимы, т. к. $t = 9,56$, при $p > 0,05$, и $v = 39$, а рассчитанное $t > t$ табличного ($t = 2,02$). Различия между показателями активности NO-синтазы в контрольной группе на 28 и 33 день эмбрионального развития так же статистически значимы. Рассчитанное $t = 7,47$, при $p > 0,05$, и $v = 39$.

При гипертермии также наблюдается постепенное увеличение активности фермента с $10,91 \pm 1,18$ усл. ед., на 23-й день, до $18,12 \pm 1,32$, на 33-й день (рис. 1). Различия между показателями активности NO-синтазы в группе, подвергшейся гипертермии, на 23 и 28 день развития, статистически значимы, так как $t = 6,21$, при $p > 0,05$, и $v = 39$, а рассчитанное $t > t$ табличного ($t = 2,02$). Различия между показателями активности NO-синтазы в контрольной группе на 28 и 33 день эмбрионального развития так же статистически значимы. Рассчитанное $t = 5,84$, при $p > 0,05$, и $v = 39$.

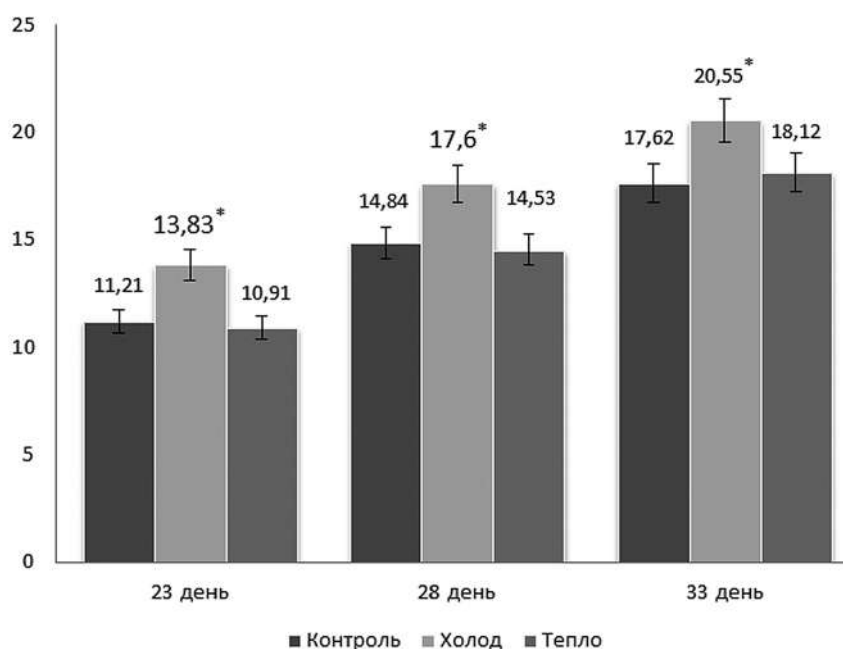


Рис. 1. Изменение активности NO-синтазы при действии температурного фактора

* – различия статистически значимы

Выводы

1. Было выявлено, что начиная с 23-го дня эмбрионального развития, в гипоталамической области уток происходят не только количественные изменения в виде увеличения количества нейронов, содержащих NO-синтазу, но и качественные, в виде увеличения активности данного фермента в каждом нейроне.

2. При воздействии холода активность NO-синтазы наблюдается уже с 20-го дня и возрастает с $9,65 \pm 1,01$ усл. ед., на 20-й день, до $20,55 \pm 0,76$ усл. ед., на 33-й день.

3. При гипертермии также наблюдается увеличение активности NO-синтазы, но более медленными темпами, с $10,91 \pm 1,18$ усл. ед., на 23-й день, до $18,12 \pm 1,32$, на 33-й день.

4. При сравнении изменения активности между контрольной группой и группой, подвергшейся гипотермии, установлены статистически значимые различия, что свидетельствует о стимулирующей функции действия холода, на развитие NO-ергической системы головного мозга.

Список литературы

1. Зеленин, К. Н. Оксид азота (II): Новые возможности давно известной молекулы / К. Н. Зеленин // Соросовский Образовательный Журнал. – 1997. – № 10. – С. 105–110.
2. Реутов, В. П. Цикл окиси азота в организме млекопитающих / В. П. Реутов // Успехи биол. химии. – 1995. – Т. 35. – С. 189–228.
3. Серая, И. П. Современные представления о биологической роли оксида азота / И. П. Серая, Я. Р. Нарциссов. – М. : Межрегиональный институт цитохимии, 2000.
4. Дунай, В. И. Роль температурного фактора в эмбриональном развитии NO-ергических структур переднего гипоталамуса у гомойотермных организмов / В. И. Дунай // Журн. Гродн. гос. мед. ун-та. – 2007. – № 3. – С. 42–44.
5. Ирьянов, Ю. М., Обработка и анализ изображений в гистологических исследованиях с применением стандартных компьютерных программ / Ю. М. Ирьянов, Т. А. Силантьева, Е. В. Горбач // Морфологические ведомости. – 2004. – № 12. – С. 11–13.
6. Силантьева, Т. А. Количественная оценка интенсивности гистологических реакций на оцифрованных изображениях гистологических препаратов с использованием градуированных стандартов / Т. А. Силантьева, Е. Н. Горбач // Украинский журнал телемедицины. 2010. – № 1. – С. 68–71.
7. Черток, В. М. Применение автоматизированной системы анализа изображений Allegro-MS для морфометрических исследований / В. М. Черток, А. А. Афанасьев, А. Е. Коцюба // Морфология. – 2003. – № 4. – С. 88–92.
8. Dunai, V. Impact of Environmental Thermal Stimulation on Activation of Hypothalamic Neuronal Nitric Oxide Synthase during the Prenatal Ontogenesis in Muscovy Ducks [Electronic resource] / V. Dunai, B. Tzschentke // The Scientific World Journal, 2012. – Mode of access: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/15542>. – Date of access: 01.05.2014.

V. Dunai, B. Tzschentke, P. Storchak

INFLUENCE OF TEMPERATURE STIMULATION ON CHANGES IN ACTIVITY OF NO-SYNTASE NEURONS OF THE ANTERIOR HYPOTHALAMUS DURING PRENATAL ONTOGENESIS IN MUSCOVY DUCKS

The article presents the results of study changes in the activity of neuronal NO-synthase under the influence of temperature stimulation, the action is considered hypo- and hyperthermia on change of terms the appearance of neurons containing NO-synthase, as well as proven change in activity of this enzyme, under the influence of the temperature factor during ontogenesis.

Содержание

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ	8
А. Ф. Веренич, С. С. Позняк, Ч. А. Романовский, С. В. Тыновец, В. С. Филипенко ПРОДУКТИВНОСТЬ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЙМЕННЫХ ЛУГОВЫХ ЦЕНОЗОВ В УСЛОВИЯХ РЕГУЛИРУЕМОГО ЗАТОПЛЕНИЯ ПРИ ВНЕСЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ	8
ИЗУЧЕНИЕ И РЕАБИЛИТАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ	15
Д. В. Лойчиц, Е. И. Кузнецова, Т. В. Романовская, С. В. Глушен, И. В. Семак ВЛИЯНИЕ МЕЛАТОНИНА НА МЕМБРАННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ МИТОХОНДРИЙ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА	15
В. И. Дунай, В. Тщентке, П. В. Сторчак ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ СТИМУЛЯЦИИ НА ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОСТИ NO-СИНТАЗЫ НЕЙРОНОВ ПЕРЕДНЕГО ГИПОТАЛАМУСА В ПРЕНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ УТКИ МУСКУСНОЙ (<i>CAIRINA MOSCHATA</i>)....	20
РАДИОЭКОЛОГИЯ И РАДИОБИОЛОГИЯ, РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ..	24
Л. Н. Москальчук, А. А. Баклай, Т. Г. Леонтьева МОДЕЛИРОВАНИЕ СНИЖЕНИЯ ПЕРЕХОДА РАДИОСТРОНЦИЯ В СИСТЕМЕ ПОЧВА–РАСТЕНИЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИЗВЕСТКОВАНИЯ.....	24
ЭКОЛОГИЯ И ЗДОРОВЬЕ	31
Е. Н. Альферович, Л. В. Грак, Н. В. Кокорина, Е. А. Саржевская РОЛЬ ЭНДОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ ТИРЕОИДНОЙ ПАТОЛОГИИ У ДЕТЕЙ.....	31
И. Ю. Гробовикова, Н. Г. Соловьёва, Ю. Г. Походня, С. Б. Мельнов МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АДАПТАбельНОСТИ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТИВНЫМИ ЕДИНОБОРСТВАМИ.....	36
А. С. Козлова, Т. Л. Лебедь, Ю. В. Малиновская, С. Б. Мельнов ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ ПАТОЛОГИИ СПОРТСМЕНОВ СПОРТА ВЫСШИХ ДОСТИЖЕНИЙ	42
Н. В. Герасимович, Н. В. Прокопенко, И. В. Пухтеева, М. Л. Левин, Е. А. Лосицкий ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕМБРАН ЛИМФОЦИТОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ ПОСЛЕ ОБЩЕЙ КРИОТЕРАПИИ	50
А. С. Войтехович, Е. В. Волочник, С. В. Глушен ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ЛОКАЛИЗАЦИЯ ТРАНСЛОКАЦИИ AML-1/ETO В ИНТЕРФАЗНЫХ КЛЕТОЧНЫХ ЯДРАХ КУЛЬТУРЫ KASUMI-1	54
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ	60

Đ. Jović, G. Dražić, B. Krstić, D. Stanković, D. Jokanovic EVALUATION OF FORESTS IN THE AREA OF MOUNTAIN AVALA IN RELATION TO THEIR ENVIRONMENTAL, SOCIAL AND ECONOMIC FUNCTIONS.....	60
СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, ФИЛОСОФИЯ И ПРАВО 66	
О. А. Беленкова СОЦИОКУЛЬТУРНАЯ ИДЕНТИЧНОСТЬ КАК СИСТЕМООРГАНИЗУЮЩИЙ ФАКТОР ТВОРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ	66
Н. Д. Лепская ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ИДЕОЛОГИЯ КАК СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОКУЛЬТУРЫ.....	71
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ 77	
С. Н. Цыбулько, А. А. Зайцев, Н. Н. Семененко РАДИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ АЗОТНЫХ И КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ НА АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННОЙ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ	77
ВЛИЯНИЕ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ЭКОСИСТЕМЫ..... 85	
Е. И. Бычкова ГЕЛЬМИНТОФАУНА СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ <i>CARASSIUS</i> <i>AURATUS GIBELIO</i> (BLOCH, 1782) ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ БЕЛАРУСИ.....	85
Ж. А. Рупасова, И. М. Гаранович, Т. В. Шпитальная, Т. И. Василевская, Н. Б. Криницкая ГЕНОТИПИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ ГИБРИДНЫХ ФОРМ КАЛИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В БЕЛАРУСЬ.....	92
Л. С. Чумаков, О. М. Масловский, А. В. Шевкунова, И. П. Сысой ЭХИНОЦИСТИС ЛОПАСТНОЙ (<i>ECHINOCYSTIS LOBATA</i> (MICHX.) TORR. ET GRAY) В Г. МИНСКЕ – СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ	96
О. В. Лозинская, Н. Ю. Русак, С. Б. Мельнов ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УРБОЦЕНОЗОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИМОРФИЗМА ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ <i>TRIFOLIUM REPENS L.</i>	102
В. Ф. Ковалев, Е. В. Сермакшева, Н. В. Гончарова РЕАКЦИЯ ПИГМЕНТНОЙ И АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (<i>PINUS SYLVESTRIS L.</i>) НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЦЕЗИЕМ-137 В НАРОВЛЯНСКОМ И ВЕТКОВСКОМ ЛЕСХОЗАХ	109
О. И. Родькин, А. А. Бутько, В. А. Пашинский, А.А. Шабанов ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛОМЫ В КАЧЕСТВЕ БИОТОПЛИВА НА ОСНОВЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ МОДЕЛИ.	115
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ 122	
ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ 122	