



ISSN 2957-7349

Республиканское научно-исследовательское
унитарное предприятие
«Институт биохимии биологически
активных соединений
Национальной академии наук Беларуси»

БИОХИМИЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

BIOCHEMISTRY AND MOLECULAR BIOLOGY



ТОМ / VOL. 2

1(2)2023

БИОХИМИЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

БІАХІМІЯ І МАЛЕКУЛЯРНАЯ БІЯЛОГІЯ

ISSN 2957-7349



РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

Основан
в 2022 году

Учредитель

Республиканское научно-исследовательское
унитарное предприятие
«Институт биохимии биологически
активных соединений
Национальной академии наук Беларуси»

*Издано при финансовой поддержке
Белорусского республиканского фонда
фундаментальных исследований*

Адрес редакции:

пл. Антония Тызенгауза, 7,
230023, г. Гродно, Республика Беларусь,
Институт биохимии биологически
активных соединений НАН Беларуси,
тел.: +375 152 55-87-78,
e-mail: journal@ibiochemistry.by

Официальный сайт журнала
<https://ibiochemistry.by>

Подписные индексы:

для индивидуальных подписчиков **00990**
для ведомственный подписчиков **009902**

В номере:

**Экспериментальные
и клинические исследования**

Обзоры

Ученые Беларуси

Том 2

1 (2)/2023

Отпечатано в типографии
УП «ИВЦ Минфина»
Подписано в печать 10.02.2023.
Формат 60×84/8. Бумага офсетная.
Гарнитура TimesNewRoman. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 16,51. Уч.-изд. л. 13,90.
Тираж 100 экз. Заказ 34.
ЛП № 02330/89 от 3 марта 2014 г.
Ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск.

Biochemistry and Molecular Biology

ISSN 2957-7349



PEER-REVIEWED
SCIENTIFIC AND PRACTICAL
JOURNAL

*Founded
in 2022*

Founder

Republican Scientific Research
Unitary Enterprise "Institute of Biochemistry
of Biologically Active Compounds
of the National Academy
of Sciences of Belarus"

*Published with the financial support from
the Belarusian Republican Foundation
for Fundamental Research*

Address of the Editorial Office:

230023 Grodno, 7 Antoni Tyzenhauz Square,
Belarus Institute of Biochemistry
of Biologically Active Compounds of the National
Academy of Sciences of Belarus,
phone: +375 152 55-87-78,
e-mail: journal@ibiochemistry.by
Website – <https://ibiochemistry.by>

Subscription indexes

For individuals **00990**
For legal entities **009902**

Printed at UE "IVC Minfina"
It is sent of the press 10.02.2023
Format 60x84/8. Offset paper.
TimesNewRoman. Offset printing.
Printed pages 16,51.
Publisher's signatures 13,90.
Circulation 100 copies. Order 34.
LP № 02330/89 of 3 March 2014
17, Kalvaryiskaya str., Minsk 220004

In this issue:

**Experimental
and Clinical Research**

Reviews

Scientists of Belarus

Vol. 2

1 (2)/2023

- Кузнецов Олег Евгеньевич** (*главный редактор*) – кандидат биологических наук, доцент, директор Института биохимии биологически активных соединений Национальной академии наук Беларуси, Гродно, Беларусь
- Мойсёнок Андрей Георгиевич** (*заместитель главного редактора*) – член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор биологических наук, профессор, заведующий отделом Института биохимии биологически активных соединений Национальной академии наук Беларуси, Гродно, Беларусь
- Сутько Ирина Петровна** (*ответственный секретарь*) – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института биохимии биологически активных соединений Национальной академии наук Беларуси, Гродно, Беларусь
- Богдан Василий Генрихович** – доктор медицинских наук, профессор, академик-секретарь Отделения медицинских наук Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь
- Гнедко Татьяна Васильевна** – доктор медицинских наук, заместитель академика-секретаря Отделения медицинских наук Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь
- Заводник Илья Борисович** – доктор биологических наук, профессор, профессор Гродненского государственного университета имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь
- Канунникова Нина Павловна** – доктор биологических наук, профессор, профессор Гродненского государственного университета имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь
- Кильчевский Александр Владимирович** – академик Национальной академии наук Беларуси, доктор биологических наук, профессор, заместитель Председателя Президиума Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь
- Макарчиков Александр Фёдорович** – доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой Гродненского государственного аграрного университета, Гродно, Беларусь
- Надольник Лилия Ивановна** – доктор биологических наук, доцент, заведующий отделом Института биохимии биологически активных соединений Национальной академии наук Беларуси, Гродно, Беларусь
- Нефёдов Леонид Иванович** – доктор медицинских наук, профессор, профессор Гродненского государственного университета имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь
- Островский Александр Александрович** – доктор медицинских наук, профессор, руководитель группы функциональной морфологии Института биохимии биологически активных соединений Национальной академии наук Беларуси, Гродно, Беларусь
- Сиваков Александр Павлович** – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой Белорусской медицинской академии последипломного образования, Минск, Беларусь
- Федорщв Ольга Евгеньевна** – доктор медицинских наук, профессор, профессор Тернопольского национального медицинского университета имени И. Я. Горбачевского, Тернополь, Украина
- Хворик Дмитрий Федорович** – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой Гродненского государственного медицинского университета, Гродно, Беларусь
- Хованская Галина Николаевна** – кандидат медицинских наук, доцент, заместитель директора по научной работе Института биохимии биологически активных соединений Национальной академии наук Беларуси, Гродно, Беларусь
- Хрусталёв Владислав Викторович** – доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой Белорусского государственного медицинского университета, Минск, Беларусь
- Шкуматов Владимир Макарович** – член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией Научно-исследовательского института физико-химических проблем Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь
- Aleh Y. Kuzniatsou** (*Editor-in-Chief*) – Ph. D. (Biology), Associate Professor, director of the Institute of Biochemistry of Biologically Active Compounds of the National Academy of Sciences of Belarus, Grodno, Belarus
- Andrey G. Moiseenok** (*Associate Editor-in-Chief*) – Correspondent member of the National Academy of Sciences of Belarus, D. Sc. (Biology), Professor, Head of the Department of the Institute of Biochemistry of Biologically Active Compounds of the National Academy of Sciences of Belarus, Grodno, Belarus
- Iryna P. Sutsko** (*Executive Editor*) – Ph. D. (Biology), Senior Researcher of the Institute of Biochemistry of Biologically Active Compounds of the National Academy of Sciences of Belarus, Grodno, Belarus
- Vasily G. Bogdan** – D. Sc. (Medicine), Professor, Academic Secretary of the Department of Medical Sciences of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus
- Tatyana V. Gnedko** – D. Sc. (Medicine), Deputy Academic Secretary of the Department of Medical Sciences of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus
- Ilya B. Zavodnik** – D. Sc. (Biology), Professor, Professor of the Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Belarus
- Nina P. Kanunnikava** – D. Sc. (Biology), Professor, Professor of the Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Belarus
- Alexander V. Kilchevskiy** – Academician of the National Academy of Sciences of Belarus, D. Sc. (Biology), Professor, Deputy Chairman of the Presidium of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus
- Alexander F. Makarchikov** – D. Sc. (Biology), Associate Professor, Head of the Department of the Grodno State Agrarian University, Grodno, Belarus
- Liliya I. Nadolnik** – D. Sc. (Biology), Associate Professor, Head of the Department of the Institute of Biochemistry of Biologically Active Compounds of the National Academy of Sciences of Belarus, Grodno, Belarus
- Leonid I. Nefedov** – D. Sc. (Medicine), Professor, Professor of the Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Belarus
- Aliaksandr A. Astrowski** – D. Sc. (Medicine), Professor, Head of the Functional Morphology Group of the Institute of Biochemistry of Biologically Active Compounds of the National Academy of Sciences of Belarus, Grodno, Belarus
- Alexander P. Sivakov** – D. Sc. (Medicine), Professor, Head of the Department of the Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education, Minsk, Belarus
- Olga E. Fedortsiv** – D. Sc. (Medicine), Professor, Professor of the I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, Ukraine
- Dzmitry F. Khvorik** – D. Sc. (Medicine), Professor, Head of the Department of the Grodno State Medical University, Grodno, Belarus
- Halina N. Khovanskaya** – Ph. D. (Medicine), Associate Professor, Deputy Director for Research of the Institute of Biochemistry of Biologically Active Compounds of the National Academy of Sciences of Belarus, Grodno, Belarus
- Vladislav V. Khrustalev** – D. Sc. (Biology), Associate Professor, Head of the Department of the Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus
- Vladimir V. Shkumatov** – D. Sc. (Biology), Professor, Correspondent member of the National Academy of Sciences of Belarus, The Head of the laboratory of the Research Institute for Physical Chemical Problems of the Belarusian State University, Minsk, Belarus

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
EXPERIMENTAL AND CLINICAL RESEARCH

Н.Н. Ковганко, А.Д. Таганович, В.И. Прохорова, Д.И. Мурашко, А.В. Колб, О.В. Готко, Л.А. Державец РЕЦЕПТОРЫ КЛЕТКИ КРОВИ И АНТИГЕН CYFRA 21-1 КАК ПРЕДИКТОРЫ БЕЗРЕЦИДИВНОЙ ВЫЖИВАЕМОСТИ ПАЦИЕНТОВ С НЕМЕЛКОКЛЕТОЧНЫМ РАКОМ ЛЕГКОГО ПОСЛЕ РЕЗЕКЦИИ ОПУХОЛИ R0	7	N.N. Kauhanka, A.D. Tahanovich, V.I. Prohorova, D.I. Murashko, A.V. Kolb, O.V. Gotko, L.A. Dzerjavets BLOOD CELL RECEPTORS AND CYFRA 21-1 ANTIGEN AS PREDICTORS OF RECURRENCE-FREE SURVIVAL OF PATIENTS WITH NON-SMALL CELL LUNG CANCER AFTER R0 TUMOR RESECTION
Г.Н. Семенкова, И.Э. Адзерихо, Н.В. Амаэгбери, А.М. Серебро, С. Ф. Мотолько, Т.Э. Владимирская, И.А. Новицкий, А. В. Шулганова, Д.В. Тихинская ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ НЕЙТРОФИЛОВ ПАЦИЕНТОВ С ЛЕГОЧНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ	13	G.N. Semenkova, I.E. Adzerikho, N.V. Amaegberi, A.M. Serebro, S.F. Motolko, T.E. Vladimirskaia, I.A. Novitskiy, A.V. Shulhanova, D.V. Tikhinskaya FUNCTIONAL ACTIVITY OF NEUTROPHILS IN PATIENTS WITH PULMONARY HYPERTENSION
Т.А. Митюкова, А.А. Басалай, Е.Н. Чудиловская, О.Е. Полулях, Н.С. Костюченко, Ю.А. Рудниченко ОСОБЕННОСТИ МЕТАБОЛИЗМА МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ: СВЯЗЬ С ВЫСОКОКАЛОРИЙНОЙ ДИЕТОЙ И МАССОЙ ВИСЦЕРАЛЬНОГО ЖИРА У КРЫС-САМЦОВ ПОРОДЫ ВИСТАР	19	T.A. Mityukova, A.A. Basalai, K.N. Chudilovskaya, O.Y. Poluliakh, M.S. Kastsiuchenka, Yu.A. Rudnichenko PECULIARITIES OF MUSCLE TISSUE METABOLISM: RELATIONSHIP WITH HIGH-CALORIE DIET AND VISCERAL FAT MASS IN MALE WISTAR RATS
А.К. Семенчук, В.В. Лелевич ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПЕРИОДОВ АЛКОГОЛИЗАЦИИ НА ПУЛ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ В МИОКАРДЕ КРЫС	26	A.K. Semenchuk, V.V. Lelevich IMPACT OF DIFFERENT PERIODS OF ALCOHOLIZATION ON A POOL OF SULFUR-CONTAINING COMPOUNDS IN THE MYOCARDIUM OF RATS
Е.И. Лебедева, А.Т. Щастный, А.С. Бабенко ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕНОВ NOTCH И TWEAK/FN14 СИГНАЛЬНЫХ ПУТЕЙ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ФИБРОГЕНЕЗЕ ПЕЧЕНИ	31	E.I. Lebedeva, A.T. Shchastny, A.S. Babenka INTERACTION OF NOTCH AND TWEAK/FN14 SIGNALING PATHWAYS IN EXPERIMENTAL LIVER FIBROGENESIS
Ю.С. Бакакина, Д.В. Бабарико, А.В. Свирид, Т.В. Шкель, А.М. Тумилович, В.Э. Сяхович БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПОЛУЧЕНИЕ МЕТАБОЛИТОВ АНАБОЛИЧЕСКИХ СТЕРОИДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕКОМБИНАНТНОЙ СТЕРОИД-11β-ГИДРОКСИЛАЗЫ ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ ДОПИНГ-КОНТРОЛЯ	37	Y.S. Bakakina, D.V. Babaryko, A.V. Svirid, T.V. Shkel, A.M. Tumilovich, V.E. Syakhovich BIOTECHNOLOGICAL PRODUCTION OF ANABOLIC STEROID METABOLITES USING HUMAN RECOMBINANT STEROID-11β-HYDROXYLASE FOR DOPING CONTROL
И.И. Степура, С.А. Агейко, В.И. Степура, В.Ю. Смирнов, А.В. Янцевиц ОКИСЛЕНИЕ ТИОХРОМА ПОД ДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАФИОЛЕТА UVA ДИАПАЗОНА	44	I.I. Stepuro, S.A. Ageiko, V.I. Stsiapura, V. Yu. Smirnov, A.V. Yantsevich THIOCHROME OXIDATION ON EXPOSURE TO ULTRAVIOLET OF UVA RANGE

Т.И. Терпинская, Т.Л. Янченко, М.В. Лисовская, Е.Ф. Полукошко, А.Л. Михальчук ПРОТИВООПУХОЛЕВАЯ АКТИВНОСТЬ ЭТАНОЛАМИДОВ И ДИЭТАНОЛАМИДОВ ПАЛЬМИТИНОВОЙ И РИЦИНОЛЕВОЙ КИСЛОТЫ <i>IN VITRO</i>	53	T.I. Terpinskaya, T.L. Yanchenko, M.U. Lisouskaya, A.F. Palukoshka, A.L. Mikhal'chuk ANTI-TUMOR ACTIVITY OF ETHANOLAMIDES AND DIETHANOLAMIDES OF PALMITIC AND RICINOLIC ACID <i>IN VITRO</i>
Н.И. Филина, М.Н. Курбат, Е.М. Дорошенко ТРАНСФОРМАЦИЯ АМИНОКИСЛОТНОГО СПЕКТРА В МОЗЖЕЧКЕ, СТРИАТУМЕ И ГИПОТАЛАМУСЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ АНТИРЕТРОВИРУСНОГО ПРЕПАРАТА ЗИДОВУДИН	60	N.I. Filina, M.N. Kurbat, E.M. Doroshenko TRANSFORMATION OF THE AMINO ACID SPECTRUM IN THE CEREBELLUM, STRIATUM AND HYPOTHALAMUS OF THE RAT BRAIN UNDER ACTION OF THE ANTIRETROVIRAL DRUG ZIDOVUDINE
Е.А. Хотько, А.Д. Таганович, Г.В. Шабаетв, А.Г. Кадушкин ОДНОНУКЛЕОТИДНЫЕ ЗАМЕНЫ В СТРУКТУРЕ ГЕНОВ IL6 И TNF α ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНИ ЛЕГКИХ	65	E.A. Khotko, A.D. Tahanovich, G.V. Shabaev, A.H. Kadushkin SINGLE NUCLEOTIDE POLIMORPHISMS IN THE STRUCTURE OF IL6 AND TNF α GENES IN CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE
И.С. Черней, В.Т. Чешевик АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭФИРНОГО МАСЛА <i>HUMULUS SPP.</i>	72	I.S. Chernei, V.T. Cheshchevik ANTIOXIDANT ACTIVITY OF ESSENTIAL OIL OF <i>HUMULUS SPP.</i>
Н.Н. Веялкина, А.С. Пилотович, О.С. Аксёненко, В.М. Щемелев ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ ПЕЧЕНИ МЫШЕЙ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЙ МОЩНОСТИ	78	N.N. Veyalkina, N.S. Pilotovich, V.S. Aksionenka, V.M. Schemelev DYNAMICS OF INDICATORS OF THE LIVER ANTIOXIDANT SYSTEM IN MICE AFTER EXPOSURE TO HIGH POWER X-RAY EXPOSITION
Л.В. Батуревич, И.Д. Шилейко, А.О. Коломиец ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ НЕПРЯМОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФРАГМЕНТАЦИИ ДНК (SCD) В ЛАБОРАТОРНОМ СКРИНИНГЕ МУЖСКОГО БЕСПЛОДИЯ	83	L. V. Baturevich, I. D. Shileiko, A. O. Kolomiets DIAGNOSTIC VALUE OF THE INDIRECT METHOD FOR DETERMINING DNA FRAGMENTATION (SCD) IN LABORATORY SCREENING OF MALE INFERTILITY
В.А. Переверзев, А.В. Сикорский, А.С. Блашко, А.В. Евсеев, В.А. Правдивцев, М.О. Вэлком, Ю.Е. Разводовский, Д.А. Александров, Е.В. Переверзева К ВОПРОСУ О РОЛИ ЭНДОТЕЛИОЦИТОВ СОСУДОВ НЕРАБОЧЕЙ РУКИ В МЕХАНИЗМАХ РЕГУЛЯЦИИ ДОЛЖНОГО УРОВНЯ ГЛИКЕМИИ ПРИ ГОЛОДЕ И НАСЫЩЕНИИ	89	V.A. Pereverzev, A.V. Sikorsky, A.S. Blazhko, A.V. Evseev, V.A. Pravdivtsev, M.O. Welcome, Yu.E. Razvodovsky, D.A. Aleksandrov, E.V. Pereverzeva TO THE QUESTION OF THE ROLE OF ENDOTHELIOCYTES OF THE NON-WORKING HAND VESSELS IN THE MECHANISMS OF REGULATION OF THE PROPER LEVEL OF GLYCEMIA DURING HUNGER AND SATIETY
Ali Adeeb Hussein Ali BIOELEMENTAL, BIOCHEMICAL AND HORMONAL STATUS IN NORM AND WITH OVERWEIGHT	97	Али Адиб Хуссейн Али БИОЭЛЕМЕНТНЫЙ, БИОХИМИЧЕСКИЙ И ГОРМОНАЛЬНЫЙ СТАТУС В НОРМЕ И ПРИ ИЗБЫТОЧНОЙ МАССЕ ТЕЛА

А.Г. Шутова, А.В. Башилов, И.П. Жаворонок,
А.А. Басалай, П.С. Шабуня, С.А. Фатыхова
ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАКТОВ
ДВУХ ВИДОВ ПОЛЫНИ
НА ПРОЦЕСС ВОСПАЛЕНИЯ
У ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ

105

H. Shutava, A. Bashilov, I. Zhavoronok,
A. Basalai, P. Shabunya, S. Fatykhova
INFLUENCE OF EXTRACTS
OF TWO SPECIES OF WORMWOOD
ON THE PROCESS OF INFLAMMATION
IN EXPERIMENTAL ANIMALS

ОБЗОРЫ / REVIEWS

В.С. Карпушенкова, А.П. Столярчук,
Я.В. Фалетров, И.И. Бойко, В.М. Шкуматов
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКДИЗОНА
В КАЧЕСТВЕ АНАБОЛИЧЕСКОГО
СРЕДСТВА В СПОРТЕ: АНАЛИЗ
ЛИТЕРАТУРЫ И РАСЧЕТЫ *IN SILICO*

111

V.S. Karpushenkova, A.P. Stolyarchuk,
Y.V. Faletrov, I.I. Boiko, V.M. Shkumatov
USAGE OF ECDYSONE
AS ANABOLIC AGENT IN SPORTS:
LITERATURE ANALYSIS & *IN SILICO*
CALCULATIONS

А.Г. Виницкая, В.В. Лелевич
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ
МОРФИНОВОЙ ИНТОКСИКАЦИИ

116

A.G. Vinitzkaya, V.V. Lelevich
EXPERIMENTAL MODELS
OF MORPHINE INTOXICATION

Jabbar Mustafa Saleh Jabbar
ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF PLANT
EXTRACTS, PROMISING FOR USE
IN MEDICAL PRACTICE

120

Джаббар Мустафа Салех Джаббар
АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ
ЭКСТРАКТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО
ПРОИСХОЖДЕНИЯ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ
ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
В МЕДИЦИНСКОЙ ПРАКТИКЕ

УЧЕНЫЕ БЕЛАРУСИ / SCIENTISTS OF BELARUS

К 80-летию со дня рождения профессора
Александра Александровича Чиркина

128

On the occasion of the 80-th birthday
of Professor Aleksandr A. Chirkin

Правила для авторов журнала
«Биохимия и молекулярная биология»

130

Information for authors of the
«Biochemistry and Molecular Biology» journal

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭФИРНОГО МАСЛА *HUMULUS SPP.*

И. С. Черней, В. Т. Чещевик

Учреждение образования «Полесский государственный университет»,
г. Пинск, Республика Беларусь

Введение. Эфирные масла характеризуются многокомпонентностью, которая обуславливает разнообразие их биологических эффектов, в том числе и антиоксидантных свойств.

Цель исследования – изучение антиоксидантной активности эфирного масла, полученного из растительного сырья хмеля *Humulus spp.* следующих культивируемых в Беларуси сортов: Магнум, Перле, Геркулес, Сладек, Норден Бревер, Шпальтер Селект, Традиционный.

Материалы и методы. Эфирное масло получали методом гидродистилляции с использованием аппарата Клевенджера. Компонентный состав масла определяли с помощью газовой хромато-масс-спектрометрии. Антиоксидантную активность определяли спектрофотометрически с использованием DPPH и ABTS⁺ радикал-генерирующих систем.

Результаты. β-Мирицен, α-гумулен, β-пинен и β-кариофиллен являются преобладающими компонентами эфирных масел. Антиоксидантная активность (АОА) эфирных масел в DPPH- и ABTS-тестах изменялась пропорционально изменению их концентрации. Наибольшей АОА в двух тестах обладало эфирное масло, полученное из хмеля сорта Геркулес, его IC50 составила 0,108 мг/мл по отношению к DPPH и 0,062 мг/мл по отношению к ABTS⁺.

Заключение. Эфирное масло хмеля сорта Геркулес по содержанию основных компонентов незначительно отличается от других исследованных сортов. Вследствие этого наиболее вероятным является то, что более высокие антиоксидантные свойства эфирного масла сорта Геркулес обусловлены содержанием специфических для него минорных компонентов.

Ключевые слова: эфирное масло, антиоксидантная активность, *Humulus spp.*, DPPH, ABTS.

Для цитирования. Черней, И. С. Антиоксидантная активность эфирного масла *Humulus spp.* / И. С. Черней, В. Т. Чещевик // Биохимия и молекулярная биология. – 2023. – Т. 2, № 1(2). – С. 72–77.

Введение

Антиоксиданты широко используются в качестве пищевых добавок и консервантов [1]. Кроме того, антиоксиданты играют важную роль в терапии различных заболеваний, ассоциированных с генерацией активных форм кислорода и перекисным окислением липидов. Исследования последних лет указывают на то, что низкомолекулярные антиоксиданты природного происхождения могут рассматриваться как наиболее перспективные и безопасные защитные агенты, уменьшающие окислительное повреждение клеток и тканей организма человека в случае истощения или неэффективности ферментативных и неферментативных компонентов собственной антиоксидантной системы. Также природные антиоксиданты могут быть хорошей альтернативой синтетическим в пищевой промышленности, для предотвращения окисления пищевых продуктов, богатых ненасыщенными жирными кислотами [2]. В связи с этим каждый год растет интерес к веществам, обладающим антиоксидантной активностью (АОА) и поступающим в организм человека и животных вместе с продуктами питания. Пища, богатая антиоксиданта-

ми, снижает риск многих заболеваний, в частности, сердечно-сосудистой системы и онкологических заболеваний [3].

В природе известно множество веществ растительного происхождения, которые обладают АОА. Значительное количество видов растений уже проверены на АОА, но наиболее перспективными являются те, которые в своем составе имеют флаваноиды, различные фенолы, антоцианы и эфирные масла [4].

Особенностью эфирных масел является многокомпонентность, которая обуславливает разнообразие биологических эффектов, в том числе и антиоксидантные свойства [5]. В то же время биологическая активность эфирного масла зависит от его компонентного состава, на который оказывают влияние различные условия выращивания растений [6].

АОА эфирных масел обусловлена содержанием в их составе фенолов (карвакрол, тимол, эвгенол), которые по своей АОА вдвое превосходят синтетический антиоксидант ионол. Кроме того, такие компоненты, относящиеся к монотерпенам, как γ-терпинен и α-терпинолен, сесквитерпены (зин-

гиберен и β-кариофиллен) и цитраль, также обладают высоким противоокислительным действием [7]. Известно, что на АОА эфирных масел влияет не только повышенное содержание основных компонентов, но и синергическое взаимодействие компонентов между собой.

Хмель (*Humulus spp.*) культивируется почти во всех странах мира. В Беларуси хмель распространен по всей территории и выращивается в коммерческих целях на сельскохозяйственном предприятии на юго-западе нашей страны с 1993 г. Широкое распространение и масштабное выращивание хмеля связано с его богатым химическим составом и свойствами, которые нашли свое применение в разных отраслях промышленности. В своем составе *Humulus spp.* содержит различные биологически активные вещества, включая и эфирные масла.

Содержание эфирного масла в растительном сырье хмеля колеблется в пределах 0,5 до 3 % [6]. Самыми распространенными компонентами эфирного масла хмеля являются монотерпеновые углеводороды с мирценом в качестве основного вещества и сесквитерпеновые углеводороды, такие как α-гумулен, β-кариофиллен, (Е)-β-фарнезен [8]. Кроме того, эфирное масло хмеля содержит различные группы полифенольных соединений с пренилфлавоноидами, которые являются наиболее ценными соединениями, так как обладают АОА, противовоспалительной и антипролиферативной активностью [9].

В связи с вышеизложенным, принимая во внимание тот факт, что выращиваемый в Беларуси хмель широко применяется в пищевой промышленности и других отраслях, целью данной работы явилось исследование антиоксидантной активности эфирного масла, полученного из хмеля следующих культивируемых в Беларуси сортов: Магнум, Перле, Геркулес, Сладек, Норден Бревер, Шпальтер Селект, Традиционный.

Материалы и методы

В работе использовано сырье хмеля (сорт Магнум, Перле, Геркулес, Сладек, Норден Бревер, Шпальтер Селект, Традиционный), предоставленное ООО «Бизон», DPPH (1,1-дифенил-2-пикрилгидразил), ABTS (2,2'-Азино-бис(3-этилбензотриазолин-6-сульфокислота) диаммониевая соль), Trolox (6-Гидрокси-2,5,7,8-тетраметилхроман-2-карбоновая кислота), DMSO (диметилсульфоксид), K₂S₂O₈ (персульфат калия) производства Sigma Aldrich (США).

Получение эфирного масла проводили методом гидродистилляции с использованием аппарата Клевенджера. В колбу емкостью 1000 см³ помещали 30 г измельченного в мелкую фракцию сырья

и заливали его дистиллированной водой до 2/3 объема. Колбу помещали в колбонагреватель. Конденсацию смеси воды и эфирного масла осуществляли с помощью обратного холодильника. Процесс гидродистилляции в стадии кипения продолжался не более 3 ч. Отбор эфирного масла осуществляли с использованием шприца. Гидродистилляцию проводили в трехкратном повторении для каждого вида исследуемого сырья.

Компонентный состав эфирных масел определяли с помощью газового хромато-масс-спектрометра Shimadzu QP2010 (EI ионизация) с использованием неполярной капиллярной колонки (30 м × 0,32 мм × 0,5 мкм, активная фаза Rtx-1MS Restek). Анализ был выполнен при следующем температурном режиме: начальная температура +50 °С на протяжении 3 мин, далее температура повышалась на 4 °С/мин до +310 °С. Газ-носитель – гелий с постоянным давлением 49,5 кПа, режим инъекции – с расщеплением потока 1/3. Пробоподготовка: эфирное масло объемом 10 мкл смешивали с 1,5 мл дихлорметана. Объем пробы эфирного масла, вносимый в газовый хроматограф, составил 1 мкл. Идентификацию компонентов эфирного масла проводили с помощью базы данных Wiley.

Антиоксидантная активность эфирного масла исследовали спектрофотометрически с использованием DPPH-радикал-генерирующей системы [10]. DPPH представляет собой стабильный свободный радикал, который используется для тестирования АОА химических компонентов эфирных масел, экстрактов и других веществ из натуральных продуктов. Антиоксидантные соединения, присутствующие в эфирном масле, реагируют с DPPH, превращая его в 1-дифенил-2-пикрилгидразин, при этом меняется цвет раствора с фиолетового на желтый [11]. В свежеприготовленный спиртовой раствор DPPH (57 мкМ) добавляли раствор эфирного масла хмеля в диапазоне концентраций 0,01–5 мг/мл. В качестве растворителя эфирного масла использовали DMSO. В контрольной и опытных пробах концентрация DMSO составляла 5 %. Регистрация изменений оптической плотности раствора DPPH после инкубации с исследуемым эфирным маслом при комнатной температуре в темноте в течение 20 мин осуществлялась на длине волны 515 нм. Измерения проводили в трех повторностях.

АОА образцов рассчитывали по формуле 1.1.

$$AOA(\%) = \frac{ADPPH - AОбразец}{ADPPH} \times 100\% \quad (1.1)$$

где: $ADPPH$ – оптическая плотность контрольной пробы; $AОбразец$ – оптическая плотность опытной пробы.

Значение оптической плотности DPPH в контрольной пробе принимали за 100 %. Результаты выражены как IC50 для каждого из исследуемых образцов эфирного масла. Концентрация образца, при которой процент ингибирования достигает 50 %, является IC50.

Элиминация радикалов ABTS широко используется для оценки АОА, особенно в пищевых продуктах [12]. Анализ удаления радикалов ABTS первоначально состоит из превращения ABTS (бесцветная окраска) в ABTS⁺ (синий цвет), что происходит при добавлении K₂S₂O₈. В присутствии соединений-антиоксидантов ABTS⁺ снова переходит в нейтральную ABTS (бесцветную) форму [11]. Радикал ABTS (2 мМ) окисляли персульфатом калия (0,17 мМ) в бидистиллированной воде после инкубации при комнатной температуре в темноте 18 ч. Раствор ABTS⁺ доводили этанолом до оптической плотности 0,7(±0,02) при длине волны 745 нм. В подготовленный раствор ABTS⁺ добавляли раствор эфирного масла хмеля в диапазоне концентраций 0,01–1 мг/мл. В качестве растворителя для эфирных масел использовали DMSO. В контрольных и опытных пробах концентрация DMSO составляла 5 %. Регистрацию изменения оптической плотности раствора ABTS⁺ после инкубации с исследуемым эфирным маслом при комнатной температуре в темноте в течение 10 мин осуществляли на длине волны 745 нм. Измерение проводили в трех повторностях.

АОА образцов рассчитывали по формуле 1.2

$$AOA(\%) = \frac{A_{ABTS} - A_{Образец}}{A_{ABTS}} \times 100\% \quad (1.2)$$

где: *A* ABTS – оптическая плотность контрольной пробы; *A* Образец – оптическая плотность опытной пробы.

Уровень оптической плотности ABTS в контрольной пробе принимали за 100 %. Результаты выражены как IC50 для каждого из исследуемых образцов эфирного масла.

В качестве стандартного антиоксиданта использовали Trolox (0,39–6,3 мкг/мл) при исследовании антиоксидантной активности в отношении DPPH и ABTS радикалов.

Статистическую обработку результатов и вычисление значений IC50 осуществляли с использованием программы статистического анализа GraphPad Prism7.

Результаты и их обсуждение

Процентный выход эфирного масла хмеля исследованных сортов составил от 0,42(±0,04) до 2,05(±0,26) %. Наибольший выход эфирного масла был характерен для сорта Магнум.

Состав основных компонентов эфирного масла из хмеля исследуемых сортов Магнум, Перле, Геркулес, Сладек, Норден Бревер, Шпальтер Селект, Традиционный представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Состав измеряемых компонентов эфирного масла из различных сортов хмеля, %

Table 1 – The composition of the measured components of essential oil from various hop varieties, %

Сорт/Компонент	β-мирцен	α-гумулен	β-пинен	β-кариофиллен	β-фарнезен
Магнум	48,73	32,93	0,98	8,44	–
Перле	29,12	45,15	0,55	13,36	1,45
Геркулес	37,17	38,07	1,11	9,46	–
Сладек	25,07	34,90	0,47	8,80	17,11
Норден	48,97	31,96	0,79	9,55	1,35
Бревер					
Шпальтер Селект	39,29	19,01	1,06	7,23	9,85
Традиционный	0,72	0,63	34,41	52,31	–

Исследуемые эфирные масла хмеля, полученные из различных сортов, произрастающих в одинаковых климатогеографических условиях, имеют незначительные отличия в качественном компонентном составе. β-Мирцен и α-гумулен являются главными компонентами почти в каждом сорте хмеля, за исключением сорта Традиционный, в нем содержание β-мирцена и α-гумулена, по отношению к среднему содержанию, снижено на 98 %. Преобладающими компонентами в сорте Традиционный являются β-пинен и β-кариофиллен, содержание которых по сравнению с другими сортами в среднем повышено на 97,9 и 93 %, соответственно. Компонент β-фарнезен не был обнаружен в трех сортах хмеля: Магнум, Геркулес, Традиционный. Отличия по компонентному составу эфирных масел хмеля обусловлены в основном биологическими особенностями исследуемых сортов, так как все сорта произрастали в одинаковых климатогеографических условиях.

АОА эфирных масел по отношению к DPPH и ABTS радикалам изменялась прямопропорционально изменению их концентрации. Чем ниже значение IC50, тем выше антиоксидантная активность тестируемого образца. IC50 эфирных масел по отношению к DPPH и ABTS радикалам представлены на рисунках 1 и 2.

Эфирное масло из сорта Магнум обладает наиболее низкой АОА по отношению к DPPH радикалам в сравнении с эфирным маслом из других сортов хмеля. Наилучшее действие показало эфирное масло, полученное из сорта Геркулес, IC50 для которого составила 0,108 мг/мл. В то же время по

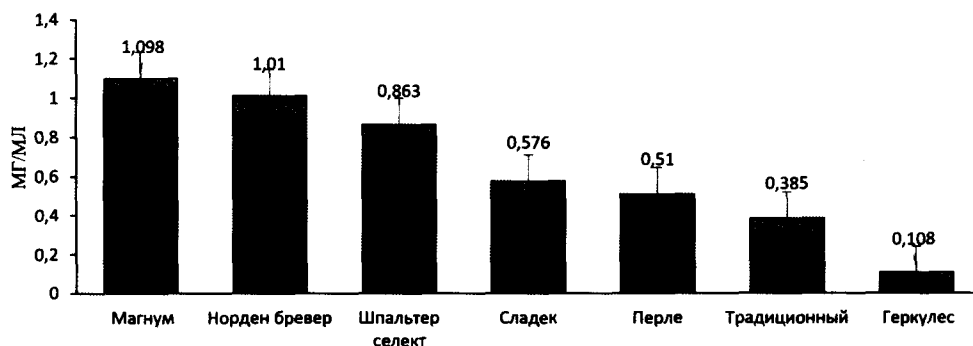


Рисунок 1 – IC50 эфирных масел из различных сортов хмеля в тесте с DPPH

Picture 1 – IC50 of essential oils from various hop varieties relative to DPPH

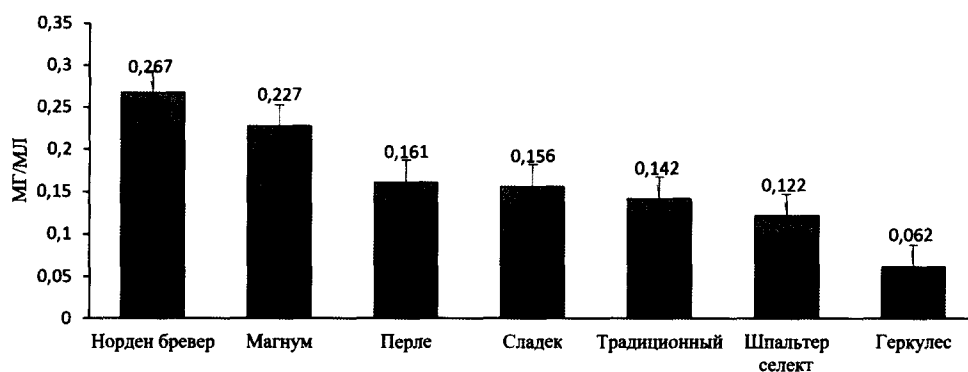


Рисунок 2 – IC50 эфирных масел из различных сортов хмеля в тесте ABTS+

Picture 2 – IC50 of essential oils from various hop varieties relative to ABTS+

сравнению с Тролокс, IC50 которого составила 0,0025 мг/мл, АОА данного сорта хмеля была гораздо ниже. Следует отметить, что эфирные масла, полученные из сортов Магнум, Сладек, Перле, Норден Бревнер, не обладают АОА при концентрации от 0,05 мг/мл и ниже.

Исследование АОА в отношении радикала ABTS⁺ обусловлено его большей реакционной способностью и отличием механизмов нейтрализации по сравнению с радикалом DPPH [13].

Анализ данных показывает, что АОА исследуемых сортов хмеля (последовательность увеличения АОА в ряду сортов хмеля) отличаются от установленных методом DPPH.

Как и в тест-системе с DPPH, в ABTS⁺ системе наибольшей АОА обладает эфирное масло хмеля сорта Геркулес (IC50 – 0,062 мг/мл), но по сравнению со стандартным антиоксидантом Тролокс (IC50 – 0,0011 мг/мл), АОА все равно оставалась более низкой.

Заключение

Наибольшей АОА в двух тестах обладало эфирное масло, полученное из хмеля сорта Геркулес, его IC50 составило 0,108 мг/мл в тесте с DPPH и 0,062 мг/мл в тесте с ABTS⁺. Эфирное масло хмеля сорта Геркулес по содержанию основных компонентов незначительно отличается от других исследованных сортов (см. таблицу 1). Вследствие этого наиболее вероятным является то, что более высокие антиоксидантные свойства эфирного масла сорта Геркулес по сравнению с другими сортами обусловлены содержанием специфических для него минорных компонентов. Поскольку концентрация минорных компонентов в эфирном масле значительно ниже, чем концентрация используемого стандартного антиоксиданта Тролокса в тестах с DPPH и ABTS⁺, то можно предположить, что в случае сопоставимых концентраций эффективность эфирных масел как антиоксидантов может быть значительно выше, чем у Тролокса.

Список цитированных источников

1. Antioxidant activity and total phenolic content of essential oils and extracts of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) plants / Adel F. Ahmed [et.al.] // Food Science and Human Wellness. – 2019. – Vol. 8. – P.299–305. DOI: 10.1016/j.fshw.2019.07.004.

2. Amzad Hossain, M. A study on the total phenols content and antioxidant activity of essential oil and different solvent extracts of endemic plant *Merremia borneensis* / M. Amzad Hossain, Muhammad Dawood Shah // Arabian Journal of Chemistry. – 2015. – Vol.8, №1. – P.66–71. – DOI:10.1016/j.arabjc.2011.01.007.

3. Majhenic, L. Antioxidant and antimicrobial activity of guarana seed extracts / L. Majhenic, M. Skerget, Z. Knez // *Food Chemistry*. – 2007. – Vol.104, № 3. – P. 1258–1268.
4. Зыкова, И. Д. Антиоксидантная активность различных фракций эфирного масла вислоплодников борщевика рассеченного и пастернака лесного / И. Д. Зыкова, А. А. Ефремов, Л. В. Наймушина // *Вестник КрасГАУ*. – 2017. – № 3. – С. 114–119.
5. Chemical composition, antioxidant capacity, toxicity and antibacterial activity of the essential oils from *Acantholippia deserticola* (Phil.) Moldenke (Rica rica) and *Artemisia copa* Phil. (Copa copa) extracted by microwave-assisted hydrodistillation / M. Larrazabal-Fuentes [et al.] // *Industrial Crops and Products*. – 2019. – Vol.142, № 12. – P. 1–8. – DOI: 10.1016/j.indcrop.2019.111830.
6. Черней, И. С. Влияние процесса озонирования на компонентный состав эфирных масел *Artemisia absinthium* и *Humulus lupulus* / И. С. Черней, А. Бекхтер, В. Т. Чещевик, К. Smigielski // *Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнологии, геоэкология*. – 2022. – № 2 (259). – С. 182–190.
7. Самусенко, А. Л. Изучение зависимости антиоксидантной активности эфирных масел кориандра, имбиря, семян тмина и розового грейпфрута от концентрации масла в системе методом капиллярной газовой хроматографии / А. Л. Самусенко // *Химия растительного сырья*. – 2014. – № 2. – С. 97–102.
8. Composition and In Vitro Effects of Cultivars of *Humulus lupulus* L. Hops on Cholinesterase Activity and Microbial Growth / J. Kobus-Cisowska [et al.] // *Nutrients*. – 2019. – Vol. 11, № 6. – P. 1377–1381. – DOI:10.3390/nu11061377.
9. Aroma profile and bitter acid characterization of hop cones (*Humulus lupulus* L.) of five health and infected polish cultivars / L. Pistelli [et al.] // *Industrial Crops and Products*, 2018. – Vol. 124. – P. 653–662. – DOI:10.1016/j.indcrop.2018.08.009.
10. Zengin, H. Antibacterial and Antioxidant Activity of Essential Oil Terpenes against Pathogenic and Spoilage-Forming Bacteria and Cell Structure-Activity Relationships Evaluated by SEM Microscopy / H. Zengin, Ayse H. Baysal // *Molecules*. – 2014. № 19. – P. 17773–17798. DOI:10.3390/molecules191117773.
11. Bioactive Natural Compounds and Antioxidant Activity of Essential Oils from Spice Plants: New Findings and Potential Applications / L. D. Nascimento [et al.] // *Biomolecules*. – 2020. – Vol. 10, № 988. – P. 1–35. DOI:10.3390/biom10070988.
12. Phytochemistry, antioxidant capacity, total phenolic content and anti-inflammatory activity of *Hibiscus sabdari* leaves / J. Zhen [et al.] // *Food Chemistry*. – 2016. – Vol. 190. – P. 673–680.
13. Dawidowicz, A. L. Mechanism change in estimating of antioxidant activity of phenolic compounds / A. L. Dawidowicz, M. Olszowy // *Talanta*. – 2012. – Vol. 97. – P. 312–317. – DOI:10.1016/j.talanta.2012.04.036.
3. Majhenic L, Skerget M, Knez Z, Antioxidant and antimicrobial activity of guarana seed extracts. *Food Chemistry*, 2007, vol. 104:3, pp. 1258–1268.
4. Zykova ID, Efreimov AA, Naimushina LV, Antioxidant activity of various fractions of cremocarp essential oil of cleaved parsnip and dissected woodland parsnip. *Vestnik Krasnojarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University], 2017, no. 3, pp. 114–119.
5. Larrazabal-Fuentes M, Palma J, Paredes A, Mercado A, Neira I, Lizama C, Sepulveda B, Bravo J. Chemical composition, antioxidant capacity, toxicity and antibacterial activity of the essential oils from *Acantholippia deserticola* (Phil.) Moldenke (Rica rica) and *Artemisia copa* Phil. (Copa copa) extracted by microwave-assisted hydrodistillation. *Industrial Crops and Products*, 2019, vol.142:12, pp. 1–8. DOI: 10.1016/j.indcrop.2019.111830.
6. Chernei IS, Bekhter A, Cheshchevik VT, Smigielski K. Influence of the ozonation process on the composition of essential oils of *Artemisia absinthium* and *Humulus lupulus*. *Proceedings of BSTU, issue 2, Chemical Engineering, Biotechnologies, Geoecology*, 2022, no. 2 (259), pp. 182–190 (In Russian).
7. Samusenko AL. Study of the dependence of the antioxidant activity of essential oils of coriander, ginger, cumin seeds and pink grapefruit on the oil concentration in the system by capillary gas chromatography. *Khimija Rastitel'nogo Syr'ja* [Chemistry of plant raw material], 2014, no. 2, pp. 97–102.
8. Kobus-Cisowska J, Szymanowska-Powalowska D, Szczepaniak O, Kmiecik D, Przeor M, Gramza-Michalowska A, Szulc P. Composition and In Vitro Effect of Cultivars of *Humulus lupulus* L. Hops on Cholinesterase Activity and Microbial Growth. *Nutrients*, 2019, no. 11(6), pp. 1377–1381. DOI:10.3390/nu11061377.
9. Pistelli L, Ferria B, Cionia PL, Koziara M, Agacka M, Skomra U. Aroma profile and bitter acid characterization of hop cones (*Humulus lupulus* L.) of five health and infected polish cultivars. *Industrial Crops and Products*, 2018, vol. 124, pp. 653–662. DOI:10.1016/j.indcrop.2018.08.009.
10. Zengin H, Baysal AH. Antibacterial and Antioxidant Activity of Essential Oil Terpenes against Pathogenic and Spoilage-Forming Bacteria and Cell Structure-Activity Relationships Evaluated by SEM Microscopy. *Molecules*, 2014, no. 19, pp. 17773–17798. DOI:10.3390/molecules191117773.
11. Nascimento LD, Moraes AAB, Costa KSD, Pereira JM, Taube PS, Costa CML, Neves CJ, Aguiar AEH, Faria LJJ, Bioactive Natural Compounds and Antioxidant Activity of Essential Oils from Spice Plants: New Findings and Potential Applications. *Biomolecules*, 2020, vol. 10:988, pp. 1–35. DOI:10.3390/biom10070988.
12. Zhen J, Villani TS, Guo Y, Qi Y, Chin K, Pan MH, Ho CT, Simon JE, Wu Q. Phytochemistry, antioxidant capacity, total phenolic content and anti-inflammatory activity of *Hibiscus sabdari* leaves. *Food Chemistry*, 2016, vol. 190, pp. 673–680.
13. Dawidowicz AL, Olszowy M, Mechanism change in estimating of antioxidant activity of phenolic compounds. *Talanta*, 2012, vol. 97, pp. 312–317. DOI:10.1016/j.talanta.2012.04.036.

References

- 1 Adel FA, Fatma AKA, Zhenhua L, Changqin L, Jinfeng W, Wenyi K, Antioxidant activity and total phenolic content of essential oils and extracts of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) plants. *Food Science and Human Wellness*, 2019, vol. 8:3, pp. 299–305. DOI: 10.1016/j.fshw.2019.07.004.
- 2 Amzad HM, Shah MD, A study on the total phenols content and antioxidant activity of essential oil and different solvent

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF ESSENTIAL OIL OF *HUMULUS SPP.*

I. S. Chernei, V. T. Cheshchevik

Polesky State University, Pinsk, Republic of Belarus

Introduction. Essential oils are characterized by a multicomponent nature, which determines the diversity of their biological effects, including antioxidant properties.

Objective – the purpose of this work was to study the antioxidant activity of the essential oils obtained from plant raw materials of *Humulus spp.* of the following varieties cultivated in Belarus: Magnum, Perle, Herkules, Sladek, Northern Brewer, Spalter Select, Tradition.

Materials and methods. The essential oils were obtained by hydrodistillation using the Clevenger apparatus. The component composition of the oil was determined using gas chromatography-mass spectrometry. Antioxidant activity was determined spectrophotometrically using DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) and ABTS (2,2-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)) radical generating systems.

Results. β -Myrcene, α -humulene, β -pinene and β -caryophyllene are the predominant components of essential oils. The antioxidant activity of essential oil with respect to DPPH and ABTS radicals changed in direct proportion to the change in their concentration. The essential oil obtained from the Hercules hop variety had the highest antioxidant activity in the two test systems, its IC₅₀ being 0.108 mg/ml in relation to DPPH and 0.062 mg/ml in relation to ABTS⁺.

Conclusions. The essential oil of the Hercules hop variety differs slightly from the other studied varieties in terms of the content of the main components. As a result, it is most likely that the higher antioxidant properties of the essential oil of the Hercules variety compared to other varieties are due to the content of minor components specific to it.

Keywords: essential oil, antioxidant activity, *Humulus spp.*, DPPH, ABTS.

For citation: Chernei IS, Cheshchevik VT. Antioxidant activity of essential oil of *Humulus spp.* *Biochemistry and Molecular Biology*. 2023, vol. 2, no. 1 pp. 72–77 (in Russian).

Поступила 29.08.2022