МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

Odesa National University Herald

•

Вестник Одесского
национального университета

•

ВІСНИК ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Серія: *Біологія*

Науковий журнал
Виходить 2 рази на рік
Серія заснована у липні 2007 р.

Том 20, випуск 2(37) 2015

Одеса
ОНУ
2015

Засновник та видавець:
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Редакційна колегія журналу:
І. М. Коваль *(головний редактор)*, В. О. Іваниця (*заступник головного редактора)*, О. В. Александров, С. М. Андрієвський, Ю. Ф. Ваксман, В. В. Глєбов, Л. М. Голубенко, Л. М. Дунаєва, В. В. Заморов, О. В. Запорожченко, В. Є. Круглов, В. Г. Кушнір, В. В. Менчук, М. О. Подрезова, О. В. Сминтина, В. І. Труба, В. М. Хмарський, О. В. Чайковський, Є. А. Черкез, Є. М. Черноіваненко

Редакційна колегія серії:
В. О. Іваниця, д.б.н, професор; Б. М. Галкін, д.б.н, професор; Л. М. Карпов, д.б.н, професор; О. М. Слюсаренко, д.б.н, професор; В. П. Стойловський, д.б.н, професор; С. А. Петров, д.б.н, професор; Ф. П. Ткаченко, д.б.н, професор; В. М. Тоцький, д.б.н, професор; Т. О. Філіпова, д.б.н, професор; С. В. Чеботар, д.б.н., член-кор. НАНУ; І. Л. Вовчук, д.б.н.; Л. Б. Котлярова, к.філол.наук, доцент; Б. Г. Александров, д.б.н, професор *(науковий редактор)*; Г. В. Майкова, к.б.н., доцент – *(відповідальний секретар)*

Відповідно до постанови Президії ВАК України № 1021 від 07.10.2015 р.
науковий журнал «Вісник Одеського національного університету. Біологія»
входить до Переліку наукових фахових видань України

Українською, російською та англійською мовами

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу інформації
Серія КВ № 11455-328Р від 7.07.2006 р.

Затверджено до друку Вченою радою
Одеського національного університету
імені І. І. Мечникова. Протокол № 3 від 24.11.2015 р.

Адреса редакції: 65082, м. Одеса, вул. Дворянська, 2
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова,
Тел: (+380-48) 68-79-32
E-mail:gerald.biology.onu@gmail.com

© Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, 2015

ЗМІСТ

БІОХІМІЯ

Лабунець Г. П., Вовчук І. Л., Орел Н. А., Бескодарна В. Ю.
АКТИВНІСТЬ КАТЕПСИНУ *H* В ПУХЛИННІЙ І ОТОЧУЮЧІЙ ПУХЛИНУ ТКАНИНІ У ЖІНОК З ІНФІЛЬТРАТИВНО-ПРОТОКОВОЮ ФОРМОЮ РАКУ МОЛОЧНОЇ ЗАЛОЗИ ... 9

БОТАНІКА, ФІЗІОЛОГІЯ ТА БІОХІМІЯ РОСЛИН

Москалець Т. З.
АДИТИВНИЙ ПРОЯВ БІОЦЕНОТИЧНИХ ЗВЯЗКІВ У СИСТЕМІ «МІКРООРГАНІЗМИ РИЗОСФЕРИ ҐРУНТУ-РОСЛИНИ ТРИБИ *TRITICEAE*» 21

Слєпих О. О., Коршиков І. І.
МІНЛИВІСТЬ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО *(QUERCUS ROBUR L.)* ЗА ФЕНОТИПІЧНИМИ ОЗНАКАМИ ЛИСТЯ У СТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ 30

Стамбульська У. Я.
ВПЛИВ БІХРОМАТУ КАЛІЮ У СЕРЕДОВИЩІ ВИРОЩУВАННЯ НА БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОСЛИН ГОРОХУ 42

Попова О. М., Абрашкіна І. В., Буракова Т. С.
ДЕНДРОФЛОРА ІЗМАЇЛЬСЬКОЇ ФОРТЕЦІ (М. ІЗМАЇЛ, ОДЕСЬКА ОБЛАСТЬ, УКРАЇНА) 49

ГЕНЕТИКА ТА МОЛЕКУЛЯРНА БІОЛОГІЯ

Утєвська О. М., Чухряєва М. І., Схаляхо Р. А., Дібірова Х. Д., Теучеж І. Е., Агджоян А. Т., Атраментова Л. О., Балановська О. В., Балановський О. П.
ПОХОДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ГРУП КОЗАЦТВА ЗА ДАНИМИ ПРО ПОЛІМОРФІЗМ Y ХРОМОСОМИ 61

ГІДРОБІОЛОГІЯ ТА ЗАГАЛЬНА ЕКОЛОГІЯ

Снігірьов С. М.
ОСОБЛИВОСТІ ЖИВЛЕННЯ ПЕЛАГІЧНИХ ВИДІВ РИБ ПРИБЕРЕЖНИХ ВОД О. ЗМІЇНИЙ (ЧОРНЕ МОРЕ) 73

МІКРОБІОЛОГІЯ ТА БІОТЕХНОЛОГІЯ

Іванова Т. С., Бісько Н. А., Мегалінська Г. П.
ФІЗІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ *SCHIZOPHYLLUM COMMUNE* ТА *TRAMETES VERSICOLOR* ПРИ КУЛЬТИВУВАННІ НА СУХАРНІЙ КРИХТІ 83

ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ ТА ТВАРИН

Комшук Т. С.
ГЕНДЕРНІ ВІДМІННОСТІ ЛІКВОРНОЇ СИСТЕМИ ГОЛОВНОГО МОЗКУ В ЛЮДЕЙ РІЗНОГО ВІКУ 93

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ 102

СОДЕРЖАНИЕ

БИОХИМИЯ

Лабунец Г. П., Вовчук И. Л., Орел Н. А., Бескодарная В. Ю.

АКТИВНОСТЬ КАТЕПСИНА *H* В ОПУХОЛЕВОЙ И ГРАНИЧАЩЕЙ С ОПУХОЛЬЮ ТКАНИ У ЖЕНЩИН С ПРОТОКОВО- ИНФИЛЬТРАТИВНОЙ ФОРМОЙ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ 9

БОТАНИКА, ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

Москалец Т. З.

АДДИТИВНОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ БИОЦЕНОТИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ В СИСТЕМЕ «МИКРООРГАНИЗМЫ РИЗОСФЕРЫ ПОЧВЫ-РАСТЕНИЯ ТРИБЫ *TRITICEAE*» 21

Слепых А. А., Коршиков И. И.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО *(QUERCUS ROBUR* L.*)* ПО ФЕНОТИПИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ ЛИСТЬЕВ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ УКРАИНЫ 30

Стамбульская У. Я.

ВЛИЯНИЕ БИХРОМАТА КАЛИЯ В СРЕДЕ ВЫРАЩИВАНИЯ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ ГОРОХА 42

Попова Е. Н., Абрашкина И. В., Буракова Т. С.

ДЕНДРОФЛОРА ИЗМАИЛЬСКОЙ КРЕПОСТИ (Г. ИЗМАИЛ, ОДЕССКАЯ ОБЛАСТЬ, УКРАИНА) 49

ГЕНЕТИКА И МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

Утевская О. М., Чухряева М. И., Схаляхо Р. А., Дибирова Х. Д., Теучеж И. Э., Агджоян А. Т., Атраментова Л. А., Балановская Е. В., Балановский О. П.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ОСНОВНЫХ ГРУПП КАЗАЧЕСТВА ПО ДАННЫМ О ПОЛИМОРФИЗМЕ Y ХРОМОСОМЫ 61

ГИДРОБИОЛОГИЯ И ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ

Снигирев С. М.

ПИТАНИЕ ПЕЛАГИЧЕСКИХ ВИДОВ РЫБ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД О. ЗМЕИНЫЙ (ЧЕРНОЕ МОРЕ) 73

МИКРОБИОЛОГИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ

Иванова Т. С., Бисько Н. А., Мегалинская А. П.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ *SHIZOPHYLLUM COMMUNE* И *TRAMETES VERSICOLOR* ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ НА СУХАРНОЙ КРОШКЕ 83

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Комшук Т. С.

ГЕНДЕРНЫЕ РАЗЛИЧИЯ ЛИКВОРНОЙ СИСТЕМЫ МОЗГА У ЛЮДЕЙ РАЗНЫХ ВОЗРАСТОВ 93

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ 102

CONTENTS

BIOCHEMISTRY

Labunets G. P., Vovchuk I. L., Orel N. A., Beskodarna V. Y.
ACTIVITY OF CATHEPSIN *H* IN BREAST TUMORS AND ADJACENT TISSUES IN WOMEN WITH INFILTRATING DUCTAL BREAST CANCER 9

BOTANY, PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY OF PLANTS

Moskalets T. Z.
ADDITIVE MANIFESTATION OF BIOCENOTIC RELATIONS IN SYSTEM"MICROORGANISMS THE RHIZOSPHERE OF SOIL-PLANT TRIBE *TRITICEAE*»..... 21

Slepykh A. A., Korshikov I. I.
VARIABILITY OF ENGLISH OAK (QUERCUS ROBUR L.) ON THE BASIS OF PHENOTYPIC TRAITS OF LEAVES IN THE STEPPE OF UKRAINE 30

Stambulska U. Ya.
EFFECT OF POTASSIUM DICHROMATE IN THE ENVIRONMENT ON BIOCHEMICAL PARAMETERS OF PEA PLANTS..... 42

Popova E. N., Abrashkina I. V., Burakova T. S.
DENDROFLORA OF THE IZMAIL FORTRESS (IZMAIL, ODESSA REGION) 49

GENETICS AND MOLECULAR BIOLOGY

Utevska O. M., Chukhryaeva M. I., Skhalyakho R. A., Dibirova Kh. D., Teuchezh I. E., Agdzhoyan A. T., Atramentova L. A., Balanovska E. V., Balanovsky O. P.
GENESIS OF MAJOR COSSACK GROUPS ON THE Y CHROMOSOME DATA..... 61

HYDROBIOLOGY AND GENERAL ECOLOGY

Snigirov S. M.
DIET OF PELAGIC FISHES IN THE ZMIINYI ISLAND COASTAL WATERS (THE BLACK SEA)..... 73

MYCROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY

IvanovaT. S., Biskoch T. S., Megalinska G. P.
PHYSIOLOGICAL ACTIVITY OF *SHIZOPHYLLUM COMMUNE* FR.: FR. AND *TRAMETES VERSICOLOR* (L.: FR.) QUEL. CULTIVATED ON BREADCRUMB IN SUBMERGED CULTURE..... 83

PHYSIOLOGY HUMAN AND ANIMALS

Komshuk T. S.
GENDER DIFFERENCES OF LIQUOR BRAIN SYSTEM IN PERSONS OF ALL AGES..... 93

INFORMATION FOR THE AUTHORS..... 102

БІОХІМІЯ

УДК 577.156:577.15.072 **DOI 10.18524/2077-1746.2015.2(37).54910**

Г. П. Лабунец[1], соискатель;
И. Л. Вовчук[1], д.б.н., доцент;
Н. А. Орел[2], зав. онкологическим отделением ОПАБ;
В. Ю. Бескодарная[1], аспирант
[1]Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,
кафедра биохимии,
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина, тел.: (0482)68 78 75,
e-mail: irvov@mail.ru;
[2]Одесский областной онкологический диспансер, лаборатория патоморфологии,
ул. Неждановой, 32, Одесса, 65055, Украина, тел.: (0482) 23 43 87

АКТИВНОСТЬ КАТЕПСИНА *Н* В ОПУХОЛЕВОЙ И ГРАНИЧАЩЕЙ С НЕЙ ТКАНИ У ЖЕНЩИН С ПРОТОКОВО-ИНФИЛЬТРАТИВНОЙ ФОРМОЙ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Исследована активность катепсина *Н* в протоково-инфильтративной опухоли и в граничащей с нею ткани молочной железы женщин. В опухоли молочной железы установлено повышение содержания белка по сравнению с ее неизменной тканью. Прогрессия опухоли сопровождается повышением активности катепсина *Н*. Максимальная активность катепсина *Н* в граничащей с опухолью ткани установлена на II стадии развития опухоли, а в тканях самой опухоли – на II–III стадии ее развития.

Ключевые слова: катепсин *Н*, протеолиз, опухоль, молочная железа.

Рак молочной железы (РМЖ) занимает ведущее место в структуре онкологической заболеваемости женщин. В Украине заболеваемость РМЖ женщин в возрасте 40–45 лет составляет 61,4, а в возрасте 50–55 лет – 120,0 случаев на 100 тыс населения [3]. В классификации РМЖ выделяют рак *in situ* протоковый и дольковый (составляют около 2 % всех форм), инфильтративные формы этих вариантов и особые или редкие формы РМЖ (тубулярная, папиллярная, медуллярная, слизистая и др.) [4]. Среди злокачественных новообразований наиболее часто встречаемыми являются: инфильтративно-протоковая форма рака молочной железы [6] с преобладанием внутрипротокового компонента (около 60 %) и дольково-инфильтративная форма (около 25 %), которая характеризуется мультицентричным и двусторонним поражением молочных желез [4]. Встречаются также смешанные формы различных вариантов РМЖ.

Заболеваемость РМЖ имеет 2 пика: 1-й приходится на возрастную группу 40–45 лет (пременопаузальный рак), 2-й – после 50–55 лет (постменопаузальный рак)[3].

Для многих типов опухолей человека, таких как рак молочной железы [17], легких [22], мозга [23], желудочно-кишечного тракта [13], меланомы [24, 20],

© Г. П. Лабунец, И. Л. Вовчук, Н. А. Орел, В. Ю. Бескодарная, 2015

менингиомы [12] показано увеличение активности протеолитических ферментов в опухолевой ткани. Протеолитические ферменты принимают участие в основных процессах опухолевой прогрессии, таких как ангиогенез, пролиферация и метастазирование [18]. Одним из наименее исследованных протеолитических ферментов является катепсин *H* (КФ 3.4.22.16), который относится к цистеиновым протеиназам. По мнению некоторых авторов, этот фермент принимает участие в деструкции компонентов внеклеточного матрикса и базальной мембраны и, тем самым, способствует пролиферации и метастазированию опухолевых клеток [1, 16]. В отличие от других протеиназ катепсин *H* обладает как протеиназной, так и экзопептидазной активностью [12]. Однако биологическая роль катепсина *H* в неоплазии человека изучена еще недостаточно. Практически не изучены возрастные особенности активности катепсина *H* при опухолевом процессе в молочной железе женщин.

В связи с этим цель исследования состояла в изучении активности катепсина *H* в опухолевой ткани протоково-инфильтративной формы РМЖ для разработки дополнительных биохимических методов диагностики.

Материалы и методы

В ходе работы были исследованы: 1) 56 образцов тканей без новообразований (граничащих с опухолью); 2) 65 образцов с протоково-инфильтративной формой рака молочной железы. Биохимические исследования в образцах злокачественного новообразования молочной железы были проведены на I–II, II, II–III и III стадиях развития протоково-инфильтративной формы РМЖ. Данная патология молочной железы по гистологической классификации представляет собой узловое образование плотной консистенции с неровными краями серовато-белого или серого цвета [9]. Патоморфологическую и гистологическую верификацию диагнозов по международной классификации ВОЗ с определением морфологического состояния и степени дифференцирования трансформированных клеток опухолевой ткани осуществляли специалисты сертифицированной и лицензированной патоморфологической лаборатории областного онкологического диспансера г. Одессы.

Взятие анатомического материала для исследований проводили с соблюдением этических и правовых норм Хельсинской декларации 1964 г., Конвенции о защите прав и достоинств человека в связи с использованием достижений биологии и медицины (Конвенция о правах человека и биомедицине 1996 г.), закона Украины «О трансплантации органов и других анатомических материалов человеку» (1999 г.), что обеспечивалось медицинским учреждением, которое предоставляло материал для исследования, согласно договору о совместных исследованиях. Пациентки были информированы и дали письменное согласие на использование анатомического материала для биохимических исследований.

Образцы тканей замораживали при -18 °С непосредственно после взятия их при оперативном вмешательстве. Образцы тканей гомогенизировали с 0,9 % раствором NaCl (в соотношении 1:10) и центрифугировали при 9 000 g в мин (при +4 °С) в течение 30 мин. В супернатанте определяли содержание белка (в пересчете на 1 г сырой массы) по биуретовому методу и активность катепсина *H* по модифицированному нами методу Бредшоу [10]. Метод определения активности фермента основан на определении продуктов гидролиза белкового субстрата (окситоцина) при длине волны 570 нм. Активность фермента выражали в мкмоль лейцина, образующегося в процессе гидролиза окситоцина, на мг белка в мин при 37 °С. Статистическую обработку результатов исследований проводили в соответствии с U-критерием Манна – Уитни [7]. За статистически достоверное различие между образцами граничащих тканей и тканей с различными стадиями развития опухоли принимали уровень достоверности более 95 % ($p < 0,05$).

Результаты и их обсуждение

Результаты исследований свидетельствуют о том, что во всех возрастных группах частота встречаемости протоково-инфильтративной формы РМЖ в 1,6 раз выше, чем частота встречаемости дольково-инфильтративной формы (рис. 1).

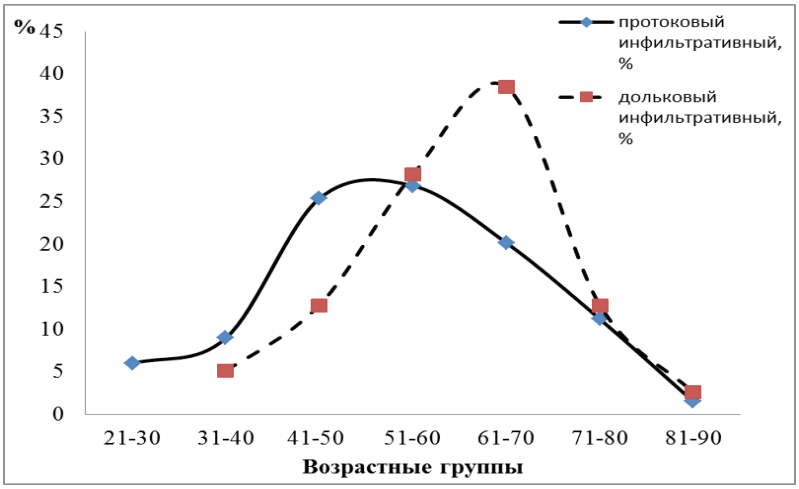


Рис. 1. Частота встречаемости разного возраста женщин (%) с протоково-инфильтративной и дольково-инфильтративной формой рака молочной железы

Примечание: – 21–30 лет (протоково-инфильтративный – n=8);
– 31–40 лет (протоково-инфильтративный – n=12; дольково-инфильтративный – n=2);
– 41–50 лет (протоково-инфильтративный – n=34; дольково-инфильтративный – n=5);
– 51–60 лет (протоково-инфильтративный – n=36; дольково-инфильтративный – n=11);
– 61–70 лет (протоково-инфильтративный – n=27; дольково-инфильтративный – n=15);
– 71–80 лет (протоково-инфильтративный – n=15; дольково-инфильтративный – n=5);
– 81–90 лет (протоково-инфильтративный – n=2; дольково-инфильтративный – n=1).

Пик встречаемости протоково-инфильтративной формы РМЖ приходится на 51–60 лет, а пик частоты встречаемости дольково-инфильтративной формы РМЖ – на 61–70 лет. Полученные результаты частично совпадают с результатами исследований других авторов свидетельствующих о том, что протоково-инфильтративная форма РМЖ встречается чаще у пациенток не молодого, а наоборот – преклонного возраста [3].

Содержания белка в ткани протоково-инфильтративной формы РМЖ на всех стадиях развития опухоли в 1,9–2,3 раза превышало содержание белка в ткани, граничащей с опухолью (рис. 2).

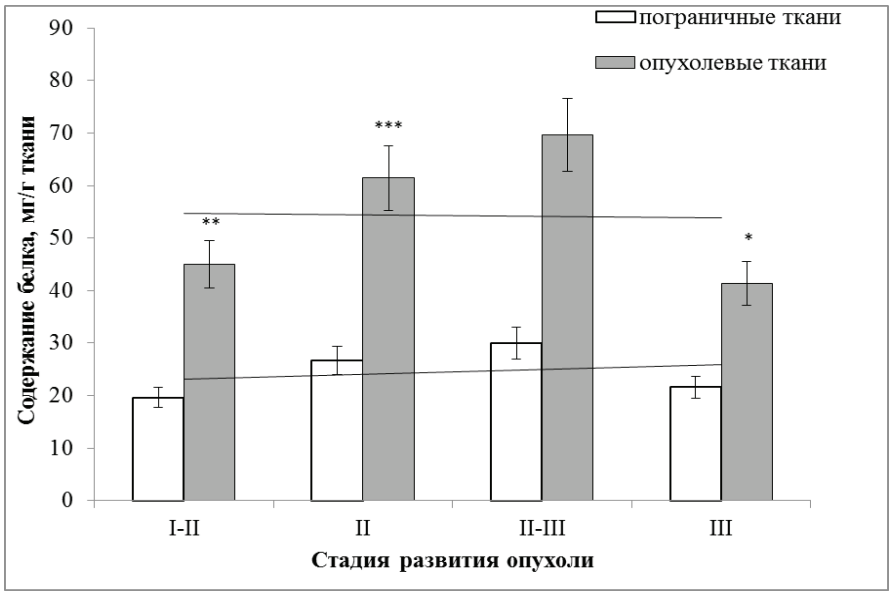


Рис. 2. Содержание белка в граничащих и опухолевых тканях протоково-инфильтративной формы рака молочной железы

Примечание: I–II стадия (граничащая ткань – n=9; опухолевая ткань – n=10); II стадия (граничащая ткань – n=16; опухолевая ткань – n=22); II–III стадия (граничащая ткань – n=19; опухолевая ткань – n=21); III стадия (граничащая ткань – n=12; опухолевая ткань – n=12). Здесь и далее: * – p≤0,1 (90 %), ** – p≤0,02 (98 %), *** – p≤0,01 (99 %) по сравнению с пограничной тканью; _____ – линия тренда.

Содержание белка в опухолевой ткани возрастало в зависимости от стадии развития опухоли. Максимальное содержание белка в ткани опухоли было установлено на II и II–III стадиях развития опухоли. Дальнейшее развитие опухоли (III стадия) сопровождалось снижением содержания белка, что может быть объяснено некротическими изменениями в опухолевой ткани.

Относительная активность катепсина *H* была достоверно выше в опухолевой ткани молочной железы (по сравнению с неизмененной граничащей тканью) независимо от стадий развития протоково-инфильтративного РМЖ. На

I–II стадии развития опухоли относительная активность была в 5,8 раз выше, чем в граничащей с опухолью ткани (рис. 3), на II стадии – в 1,4 раза, на II–III стадии – в 2,9 раза, на III стадии – в 1,3 раза.

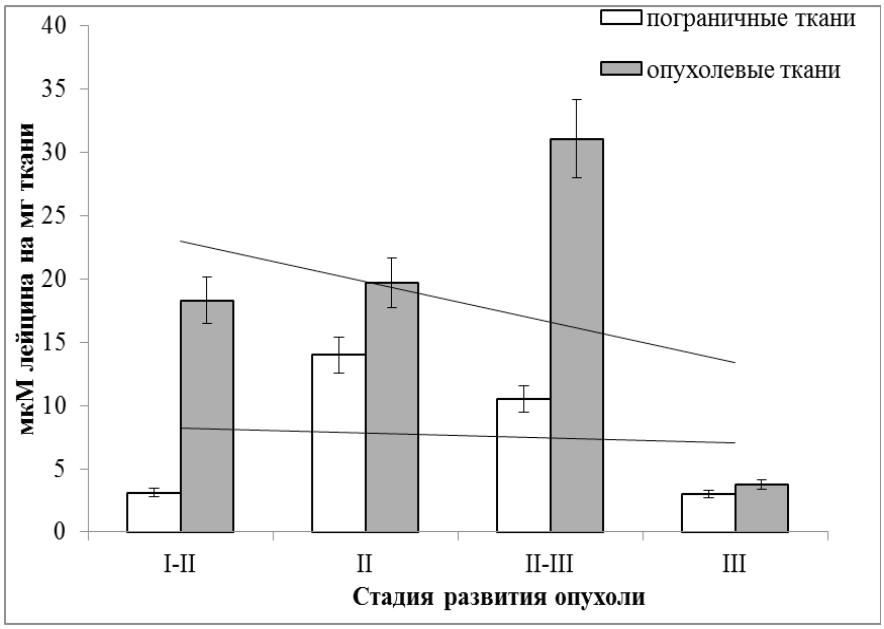


Рис. 3. Относительная активность катепсина Н в пограничных и опухолевых тканях протоково-инфильтративной формы рака молочной железы

Примечание: I–II стадия (граничащая ткань – n=8; опухолевая ткань – n=10); II стадия (граничащая ткань – n=14; опухолевая ткань – n=21); II–III стадия (граничащая ткань – n=18; опухолевая ткань – n=22); III стадия (граничащая ткань – n=12; опухолевая ткань – n=12); _____ – линия тренда.

Относительная активность катепсина *Н* в процессе развития опухоли имела тенденцию к снижению и на III стадии была в 1,1–4,46 раз ниже, чем на предыдущих стадиях развития опухоли. Максимальная относительная активность катепсина *Н* в опухолевой ткани была установлена на I–II, II–III стадии ее развития. Наблюдаемое повышение активности катепсина *Н* может являться следствием: либо увеличения экспрессии фермента [23], либо изменения каскадной активации катепсина *Н* путем аутокаталитического процессинга прокатепсина Н за счет возрастающей концентрации молекул активированного фермента [21], либо следствием снижения активности эндогенных ингибиторов, что совпадает с данными других авторов [1].

Как было показано другими авторами, для клеток опухоли характерно перераспределение лизосом от центра клетки к периферии для их секреции (в частности катепсина Н) во внеклеточную среду [11], что приводит к деградации

клеточного матрикса и является важным фактором инвазивного роста опухоли, метастазирования и ангиогенеза [19].

Удельная активность катепсина *Н* так же, как и относительная активность фермента, изменялась в зависимости от стадии развития протоково-инфильтративного РМЖ (рис. 4). По сравнению с граничащей тканью в ткани опухоли удельная активность катепсина *Н* была в 2,4 раза выше на I–II стадии развития опухоли и в 1,5 раза – на II–III стадии ее развития (рис. 3). Максимальной удельная активность фермента была установлена на I–II стадии развития опухоли. С прогрессией опухоли удельная активность фермента и в ее ткани и в граничащей с ней ткани достоверно снижалась, о чем свидетельствует линия тренда (рис. 3, рис. 4) на фоне практически не меняющегося содержания белка, как в ткани опухоли, так и в граничащей с нею ткани молочной железы.

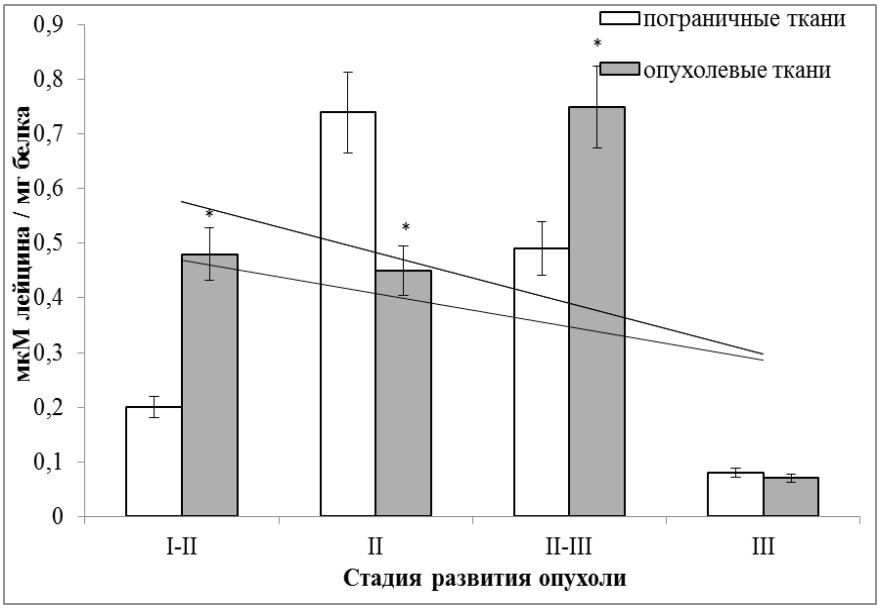


Рис. 4. Удельная активность катепсина Н в пограничных и опухолевых тканях протоково-инфильтративной формы рака молочной железы

Примечание*:* I–II стадия (граничащая ткань – n=8; опухолевая ткань – n=10); II стадия (граничащая ткань – n=15; опухолевая ткань – n=21); II–III стадия (граничащая ткань – n=18; опухолевая ткань – n=22); III стадия (граничащая ткань – n=12; опухолевая ткань – n=12); – _____ линия тренда.

Полученные результаты исследований свидетельствуют об активном участии катепсина Н на начальных этапах прогрессии опухоли молочной железы, которые сопровождаются локальной деструкцией межклеточного матрикса, что обеспечивает инвазию и метастазирование опухолевых клеток Метод определения активности катепсина *Н* целесообразно использовать в каче-

стве дополнительного исследования на ранних стадиях развития протоково-инфильтративного РМЖ.

Выводы

1. Пик встречаемости протоково-инфильтративной формы РМЖ приходится на 51–60 лет, а дольково-инфильтративной формы РМЖ – на 61–70 лет.
2. Содержания белка в опухолевой ткани в 1,9–2,3 раза выше, чем содержание белка в ткани, граничащей с опухолью. Максимальное содержание белка в ткани опухоли было установлено на II и II–III стадиях ее развития, в а дальнейшем сопровождалось снижением содержания белка.
3. Относительная активность катепсина *H* выше в опухолевой ткани молочной железы, по сравнению с неизмененной граничащей тканью независимо от стадии развития опухоли и максимальна на I–II, II–III стадии.
4. Максимальная удельная активность фермента установлена на I–II стадии развития опухоли. Прогрессия опухоли сопровождается снижением в ней удельной активности катепсина *H* и в граничащей здоровой ткани на фоне практически не меняющегося содержания белка.

Список использованной литературы

1. *Васильева О. С.* Комплексное участие цистеиновых катепсинов в раковой прогрессии / О. С. Васильева // Электронный научный журнал «Исследовано в России». – 2009. – С. 677–685.
2. *Веремеенко К. Н.* Роль протеолиза в инвазии и метастазировании злок ачественных опухолей / К. Н. Веремеенко, А. И. Кизим, Д. И. Заболотный // Журн. АМН України. – 2002. – Т. 8, № 2. – С. 217–237.
3. *Грибач С. М.* Клініко-біологічні особливості перебігу раку молочної залози у хворих похилого віку / С. М. Грибач, Н. В. Бородай, В. Ф. Чехун // Онкология. – 2011. – Т. 13, № 4. – С. 260–265.
4. *Ермилова В. Д.* Роль современной патоморфологии в характеристике рака молочной железы / В. Д. Ермилова // Практическая онкология. – 2002. – Т. 3, № 1. – С. 15–20.
5. *Кушлинский Н. Е.* Современный возможности клинической биохимии в онкологии / Н. Е. Кушлинский, Н. Н. Трапезников / Клин. лаб. диагностика. – 2000. – № 9. – С. 3–5.
6. *Лапач С. Н.* Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / С. Н. Лапач, А. В. Чубенко, П. Н. Бабич – К.: Морион. – 2000. – 320 с.
7. *Локшина Л. А.* Протеолитические ферменты в процессах онкогенеза / Л. А. Локшина // Вопр. мед. химии. – 1991. – Т. 37, № 6. – С. 15–20.
8. *Хмельницкий О. К.* Патоморфологическая диагностика гинекологических заболеваний / О. К. Хмельницкий – СПБ.: Сотис. – 1994. – С. 155–300.
9. *Bradshaw R. S.* The amino acid sequence of bovine carboxypeptidase A / R. S. Bradshaw, L. H. Ericsson, K. A. Walsh et al. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1969. – Vol. 63, № 4. – P. 1389–1394.
10. *Buth H.* HaCat keratinocytes secrete lysosomal cysteine proteinases during migration / H. Buth, B. Wolters, B. Hartwig et al. // Eur J Biol Cell. – 2004. – P. 781–795.
11. *Chornaya V.* Some physicochemical properties of cathepsin H from human meningioma / V. Chornaya, O. Lyannaya // Exp. Oncol. – 2004. – Vol. 26, № 4. – P. 278–281.
12. *Del Re E. C.* Aterations in cathepsin H activity and protein patterns in human colorectal carcinomas / E. C. del Re, S. Shuja, J. Cai, M. J. Murnane // Br. J. Cancer. – 2000. –Vol. 82. – P. 1317–1326.
13. *Del Rosso M.* Multiple pathways of cell invasion are regulated by multiple families of serine proteases. / M. del Rosso, G. Fibbi, V. Pucci et al. // Clin. Exp. Metastasis. – 2002. – Vol. 19, № 3. – P. 193–207.
14. *Egeblad M.* New functions for the matrix metalloproteinases in cancer progression / M. Egeblad, Z. Werb // Nat. Rev. Cancer. – 2002. – Vol. 2, № 3. – P. 161–174.

15. *Friedrich B.* Cathepsins B, H, L nd cysteine protease inhibitors in malignant prostate cell lines, primary cultured prostatic cells and prostatic tissue / B. Friedrich, K. Yung, M. Lein et al. // Eur J Cancer. – 1999. – V. 35. – P. 138–144.
16. *Gabrijelcic D.* Cathepsins B, H and L in human breast carcinoma / D. Gabrijelcic, B. Svetic, D. Spaic et al. // Eur. J. Clin. Chem. Clin. Biochem. – 1992. – Vol. 30. – P. 69–74.
17. *Gocheva V.* Cysteine cathepsins and the cutting edge of cancer invasion / V. Gocheva, J. A. Joyce // Cell Cycle. – 2007. – Vol. 6, № 1. – P. 60–64.
18. *Joice J. A.* Cathepsin cysteine proteases are effectors of invasive growth and angiogenesis during multistage tumorigenesis / A. J. Joyce, A. Baruch, K. Chehade et al. // Cancer Cell. – 2004. – Vol. 5. – № 5. – P. 443–453.
19. *Kageshita T.* Biochemical and immunohistochemical analysis of cathepsins B, H, L and D in human melanocytic tumors / T. Kageshita, A. Yoshii, T. Kimura, K. Maruo, T. Ono, M. Himeno, Y. Nishimura // Arch. Dermatol. Res. – 1995. – Vol. 287. – P. 266–272.
20. *Kos J.* Cysteine proteinases and their inhibitors in extracellular fluids: markers for diagnosis and prognosis in cancer / J. Kos, B. Werle, T. Lah et al. // Int J Biol Markers. – 2000. – № 15. – P. 84–90.
21. *Schweiger A.* Cysteine proteinase cathepsin H in tumors and sera of lung cancer patients: relation to prognosis and cigarette smoking / A. Schweiger, A. Staib, B. Werle et al. // Br. J. Cancer. – 2000. – Vol. 82. – P. 782–788.
22. *Sivaparvathi M.* Expression and the role of cathepsin H in human glioma progression and invasion / M. Sivaparvathi, R. Sawaya, Z. L. Gokaslan, S. K. Chintala, J. S. Rao, K. S. Chintala // Cancer Lett. – 1996. – Vol. 104. – P. 121–126.
23. *Sloane B. F.* Cathepsin B and tumor proteolysis: contribution of the tumor microenvironment / B. F. Sloane, S. Yan, I. Podgorski et al. // Semin. Cancer. Biol. – 2005. – Vol. 15, № 2. – P. 149–157.
24. *Turk B.* Lysosomal cysteine proteases: more than scavengers / B. Turk, D. Turk, V. Turk. // Biochem. Biophys. Acta. – 2000. – Vol. 1477. – P. 98–111.
25. *Turk V.* Cysteine cathepsins (proteases) – on the main stage of cancer? / V. Turk, J. Kos, B. Turk // Cancer. Cell. – 2004. – Vol. 5, № 5. – P. 409–410.
26. *Vasiljeva O.* Emerging roles of cysteine cathepsins in disease and their potential as drug targets / O. Vasiljeva, T. Reinheckel, C. Peters et al. // Curr. Pharm. Des. – 2007. – V. 13, № 4. – P. 387–403.
27. *Woodhouse E.* General mechanisms of metastasis / E. Woodhouse, R. F. Chuaqui, L. A. Liotta // Cancer. – 1997. – Vol. 80, № 8 – P. 1529–1537.
28. *Zetter B. R.* Angiogenesis and tumor metastasis / B. R. Zetter //Annu Rev Med. – 1998. – Vol. 49. – P. 407–414.

Статья поступила в редакцию 16.06.2015

Г. П. Лабунець[1], І. Л. Вовчук[1], Н. А. Орел[2], В. Ю. Бескодарна[1]
[1]Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра біохімії, вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна. тел.: (0482)687875, e-mail: irvov@mail.ru;
[2]Одеський обласний онкологічний диспансер, лабораторія патоморфології, вул. Нежданової, 32, Одеса, 65055, Україна, тел.: (0482) 23-43-87

АКТИВНІСТЬ КАТЕПСИНУ *Н* В ПУХЛИННІЙ І ОТОЧУЮЧІЙ ПУХЛИНУ ТКАНИНІ У ЖІНОК З ІНФІЛЬТРАТИВНО-ПРОТОКОВОЮ ФОРМОЮ РАКУ МОЛОЧНОЇ ЗАЛОЗИ

Резюме
Рак молочної залози (РМЗ) займає провідне місце в структурі онкологічної захворюваності жінок, а найчастіше зустрічається інфільтративно-протокова форма. Для багатьох типів пухлин людини показано збільшення активності протеолітичних ферментів, які беруть участь в ангіогенезі, проліферації та метастазуванні. Проте біологічна роль катепсину Н в неоплазії людини вив-

чена недостатньо. Мета дослідження полягала у вивченні активності катепсину Н в пухлинній тканині протоково-інфільтративної форми РМЗ для розробки додаткових біохімічних методів діагностики. У супернатанті визначали вміст білка за біуретовим методом і активність катепсину Н за методом Бредшоу. Активність фермента виражали в мкмоль лейцину, що утворюється в процесі гідролізу окситоцину, на мг білка за хв при 37 °С. Статистичне опрацювання результатів досліджень проводили відповідно до U- критерію Манна — Уітні. Результати досліджень свідчать про активну участь катепсину Н на початкових етапах прогресії пухлини молочної залози, які супроводжуються локальною деструкцією міжклітинного матриксу, що забезпечує інвазію і метастазування пухлинних клітин. Показано, що пік зустрічальності протоково-інфільтративної форми РМЗ припадає на 51–60 років, а часточково-інфільтративної форми РМЗ – на 61–70 років. Встановлено, що вміст білка в пухлинній тканині в 1,9–2,3 рази вище, ніж вміст білка в тканині, що межує з пухлиною. Максимальний вміст білка в тканині пухлини встановлений на II і II–III стадіях її розвитку, а в подальшому супроводжувався зниженням змісту білку. Показано, що відносна активність катепсину Н вище в пухлинній тканині молочної залози, в порівнянні з незміненою оточуючою тканиною незалежно від стадії розвитку пухлини і максимальна на I–II, II–III стадії. Максимальна питома активність ферменту встановлена на I–II стадії розвитку пухлини. Прогресія пухлини супроводжується зниженням питомої активності катепсину Н в пухлині та в оточуючій здоровій тканині на фоні вмісту білку, що практично не змінюється. Метод визначення активності катепсину Н доцільно використовувати як додаткове дослідження на ранніх стадіях розвитку протоково-інфільтративного РМЗ.

Ключові слова: катепсин *Н*, протеоліз, пухлина, молочна залоза.

G. P. Labunets[1], I. L. Vovchuk[1], N. A. Orel[2], V. Y. Beskodarna[1]
[1]Odessa National Mechnikov University, Department of Biochemistry,
2, Dvoryanskaya St., Odessa, 65082, Ukraine, tel.: (0482)687875,
e-mail: irvov@mail.ru,
[2] Odessa Regional Oncologic Dispensary, laboratory of patomorphology, 32,
Nezhdanova st., Odessa, 65055, Ukraine, tel.: (0482) 23-43-87

ACTIVITY OF CATHEPSIN *H* IN BREAST TUMORS AND ADJACENT TISSUES IN WOMEN WITH INFILTRATING DUCTAL BREAST CANCER

Abstract
The cancer of mammary gland (CMG) occupies a leading place in the structure of oncologic morbidity of women, and most often there is an infiltrating-ductal form. For many types of tumours of man the increase of activity of proteolytic enzymes, that takes part in an angiogenesis, prolyferation and innidiation, is shown. However the biological role of cathepsin of H in neoplasm of human is not studied enough. A research aim consisted of study of activity of cathepsin of H in tumour fabric of infiltrating-ductal form of CMG for development of additional biochemical methods of diagnostics. In supernatant determined maintenance of albumen on a biuret meth-

od and activity of cathepsin of H on the method of Bredshow. Activity of enzyme was expressed in mkm leucine appearing in the process of hydrolysis of oxytocinum, on the mg of albumen in mines at 37 °C. Statistical treatment of the results of the researches was conducted in accordance with U- by a criterion god Mann-Whitney. The results of the researches testify to active voice of cathepsin of H on the initial stages of progression mastoncuss that is accompanied by local destruction of intercellular matrice, that provides an invasion and innidiation of tumour cells. It is shown that a peak of meeting of infiltrating-ductal form of CMG is on 51-60, and lobular-infiltration form of CMG – on 61-70.
It is found out that maintenances of albumen in tumour fabric in 1,9 – 2,3 time higher, than maintenance of albumen is in fabric abutting upon a tumour. Maximal maintenance of albumen in fabric of tumour was found out on II and II – the III stages of its development, in and further accompanied by the decline of maintenance of albumen. It is shown that relative activity of cathepsin of H is higher in tumour fabric of mammary gland, as compared to the unchanged bordering fabric regardless of the stage of development of tumour and maximal is on I – II, II – III of the stage. Maximal specific activity of enzyme is found out on the I – the II stage of development of tumour. Progression of tumour is accompanied by a decline in it to specific activity of cathepsin of H and in bordering healthy fabric on a background practically not changing maintenance of albumen. The method of determination of activity of cathepsin of H is expedient to use as additional research on the early stages of development of infiltrating-ductal CMG.

Key words: cathepsin *H*, proteolysis, tumor, mammary gland.

БОТАНІКА, ФІЗІОЛОГІЯ ТА БІОХІМІЯ РОСЛИН

УДК 581.524.3:631.147 **DOI 10.18524/2077-1746.2015.2(37).55002**

Т. З. Москалець, к.б.н., доцент
Білоцерківський національний аграрний університет, кафедра прикладної екології, вул. Героїв Чорнобиля, 3, м. Біла Церква, Київська обл., 09111, Україна,e-mail: moskalets78@rambler.ru

АДИТИВНИЙ ПРОЯВ БІОЦЕНОТИЧНИХ ЗВЯЗКІВ У СИСТЕМІ «МІКРООРГАНІЗМИ РИЗОСФЕРИ ҐРУНТУ-РОСЛИНИ ТРИБИ *TRITICEAE*»

В умовах поліського, лісостепового і полісько-лісостепового екотопів з'ясовано можливість посилення біоценотичних зв'язків й досягнення адитивного ефекту у разі комплексної інтродукції відселектованих азотфіксувальних і фосфатмобілізувальних мікроорганізмів (шляхом інокуляції) у системі «мікроорганізми ризосфери-рослини триби *Triticeae*». Встановлено, що адитивний ефект проявляється в підвищенні продуктивності фітоценозів представників триби *Triticeae*.

Ключові слова: триба *Triticeae*; мікробні препарати; адитивний ефект, біоценотичний зв'язок.

У процесі еволюції ґрунтова біота і рослини знаходиться у безпосередньому контакті, пристосовуючись один до одного, що зумовило формування динамічно стійких екосистем. Зростання рівня антропогенного навантаження призводить до деформації рослинно-мікробних угруповань, що в цілому визначає продуктивність автотрофного блоку. Реалізація способів регенерації біологічної структури едафотопів за рахунок інтродукції відселектованої та активної азотфіксувальної та фосфатмобілізувальної мікробіоти була і залишається пріоритетним заходом, оскільки біологічні агенти мікробних препаратів, які використані для інокуляції насіння, інтенсифікують процеси біологічної азотфіксації, фосфат- і каліємобілізації, як результат, підвищують фотосинтетичну активність і продуктивність фітоценозів [1–3]. Отже, інтродукція мікробних препаратів у фітоценози представників триби *Triticeae* в умовах поліського, полісько-лісостепового та лісостепового екотопів є актуальними.

Мета і завдання дослідження

В умовах поліського, лісостепового і полісько-лісостепового екотопів з'ясувати можливість посилення біоценотичних зв'язків й досягнення адитивного ефекту у разі комплексної інтродукції відселектованих азотфіксувальних і фосфатмобілізувальних мікроорганізмів (шляхом інокуляції) у системі «мікроорганізми ризосфери-рослини триби *Triticeae*».

© Т. З. Москалець, 2015

Матеріали та методи дослідження

Польові та лабораторні дослідження проводили згідно з загальноприйнятими методами [3, 6]. Вивчення чутливості генотипів триби *Triticeae* проведено впродовж 2008–2014 рр. на стаціонарі навчально-наукового дослідного центру Білоцерківського національного аграрного університету (ННДЦБНАУ), що в центральному Лісостепу; в 2008–2012 рр. – на Носівській селекційно-дослідній станції Інституту сільськогосподарської мікробіології і агропромислового виробництва НААН СДС України (Носівська ІСГМіАПВ НААНУ); в 2007–2009 рр. – на стаціонарі Інституту сільського господарства Полісся НААН України (ІСГП НААНУ, Житомирська обл., Коростенський р-н., с. Грозіне). Схема дослідів по кожній культурі включала 8 варіантів, зокрема для сортів *тритикале і жита озимого*: *1* – контроль; *2* – Діазобактерин; *3*– Альбобактерин; *4* – Діазобактерин+ Альбобактерин; *5*– $N_{45}P_{45}K_{45}$; *6*– $N_{45}P_{45}K_{45}$ + Діазобактерин; *7*– $N_{45}P_{45}K_{45}$+ Альбобактерин; *8*– $N_{45}P_{45}K_{45}$ + Діазобактерин+ Альбобактерин; *пшениці м'якої озимої*: *1* – контроль; *2* – Діазофіт; *3* – Поліміксобактерин (*Bacillus polimyxa* M); *4* – Діазофіт + Поліміксобактерин; *5*– $N_{45}P_{45}K_{45}$; *6*– $N_{45}P_{45}K_{45}$ + Діазофіт; *7*– $N_{45}P_{45}K_{45}$ + Поліміксобактерин; *8*– $N_{45}P_{45}K_{45}$ + Діазофіт + Поліміксобактерин.

Коротка інформація про препарати і способи їх застосування: *Діазобактерин* – мікробний препарат, біоагент якого – азотфіксувальна бактерія *Azospirillum brasilense* 18-2 (титр бактерій – не менше 2 млрд КУО/г); *Альбобактерин* – мікробний препарат, біоагент якого – фосфатмобілізувальна бактерія *Achromobacter album* 1122; Поліміксобактерин – мікробний препарат, біоагент якого – фосфатмобілізувальна бактерія *Bacillus polymyxa* KB (титр – 5х109 кл./г сухої форми, 150 мл/гектарну норму); Діазофіт (ризоагрін) – препарат азотфіксувальних бактерій *Agrobacterium radiobakter* (4–6 млрд. клітин бактерії в 1 г (мл), 200 мл/гектарну норму насіння). Мікробні препарати розроблено і люб'язно надано дослідниками Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН (ІСМАВ НААН) і Південної дослідної станції ІСМАВ НААН).

Передпосівну інокуляцію зерна зернових культур мікробними препаратами проводили за допомогою протруйника насіння ПС–10. Необхідну кількість препарату розводили у водогінній воді з розрахунку 2 % води від маси насіння (норма витрати препарату – 150–200 г препарату на 1 гектарну норму насіння). Отриману суспензію наносили на насіння із розрахунку 10 л суспензії на 1 т насіння, яке ретельно перемішували (оброблене насіння висівали у вологий ґрунт).

Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем типовий малоґумусний легкосуглинковий на карбонатному лесі (ННДЦ БНАУ); чорнозем вилугуваний малогумусний легкосуглинковий (Носівська СДС ІСГМіАПВ НААНУ); дерново-середньопідзолистий супіщаний (ІСГП НААНУ). Площа варіанту досліду

складала 35 м^2, облікова – 30 м^2. Залежно від умов закладання досліду, попередниками для пшениці м'якої, тритикале і жита озимого були горох і виковівсяна суміш. Застосовували загальноприйняту для Лісостепу та Полісся технологію вирощування цієї культури.

Назва сортів, які були залучені до дослідів: *тритикале*: АД 256, ПС_6-12, ПС_1-12, Чаян; пшениці м'якої: Смуглянка, Л 3946/96, КС 14, Л 59-95, Зоряна Носівська; *жита*: Боротьба, Синтетик 38.

Фенологічні спостереження проводили за методикою державного сортовипробування [4]. Морфологічні дослідження виконували за І. Г. Серебряковим [5] та Ф. М. Куперман [6], аналіз структури урожаю – за Н. О. Майсуряном [7]. Кількісні параметри якісного складу зерна визначали методом корелятивної інфрачервоної спектроскопії у ближній ІЧ-області спектра за допомогою аналізатора NIR-4500. Математично-статистичне опрацювання даних здійснювали за О. Б. Доспєховим [8] та з використанням комп'ютерних програмStatistica-5.5 та Excel-2003.

Результати досліджень та їх обговорення.

За результатами аналізу даних із визначення структурних елементів урожайності з'ясовано, що генотипи представників триби *Triticeae* по-різному реагували на дію конкретного мікробного препарату за аналогічних агрокліматичних, ґрунтових і агротехнічних умов. Доведено, що ранньостигла лінія тритикале озимого ПС_1-12 більш чутлива на дію альбобактерину, діючими біоагентами якого є фосфатмобілізувальні мікроорганізми *Achromobacter album* 1122, з огляду на показники кількості зерен із головного колосу, маси 1000 зерен та кількості продуктивних стебел (рис. 1) та якості зерна (рис. 2).

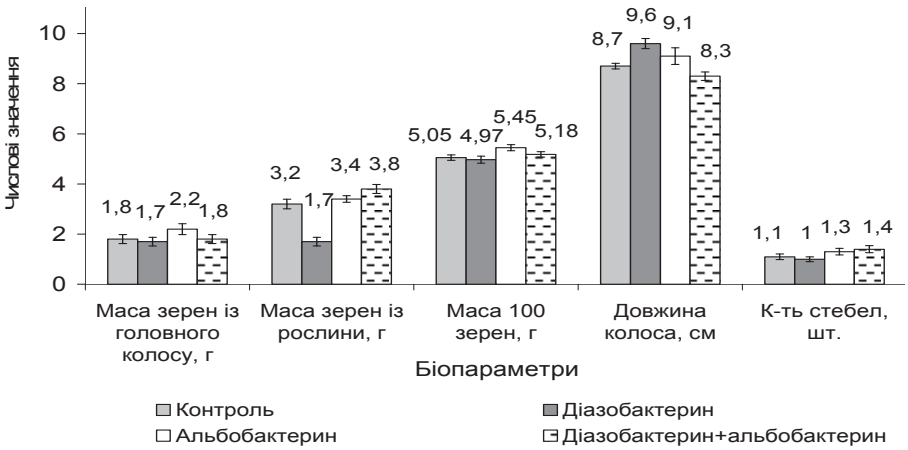


Рис. 1. Чутливість посівів тритикале озимого лінії ПС_1-12 на дію мікробних препаратів за показниками елементів структури урожаю, ННДЦ БНАУ, середнє за 2008–2014 рр.

Дані рисунку 1 свідчать про істотний вплив альбобактерину на щільність продуктивного стеблостою. Показники кількості продуктивних стебел на варіанті застосування фосфатмобілізувальних мікроорганізмів перевищують ті, що на контролі в 1,2–1,3 рази ($P \geq 0,95$), відповідно.

Сортова специфічність на дію конкретного мікробного препарату проявляється незалежно від років досліджень. Сорт АД 256 виявився чутливим на дію азотфіксувальних бактерій препарату діазобактерину, зокрема за істотним ($P \geq 0,95$) збільшенням кількості квіток у головному колосі, кількості зерен із головного колосу та рослини, маси зерен із головного колосу, маси зерен із рослини, довжини головного колосу та кількості продуктивних стебел із рослини. Істотний прояв чутливості посівів цього сорту на дію альбобактерину відмічено лише за показниками довжини колосу, які були в 1,1 разу більшими порівняно з контролем. Середньостигла лінія тритикале озимого ПС_6-12 видалася більш чутливою на дію комплексу діазобактерину та альбобактерину, що відбилося на істотному збільшенні ($P = 0,95$) показників висоти рослин, кількості зерен із головного колосу та рослини, довжини колосу, маси зерен із головного колосу та рослини порівняно з контролем та варіантами моноінокуляції мікробними препаратами.

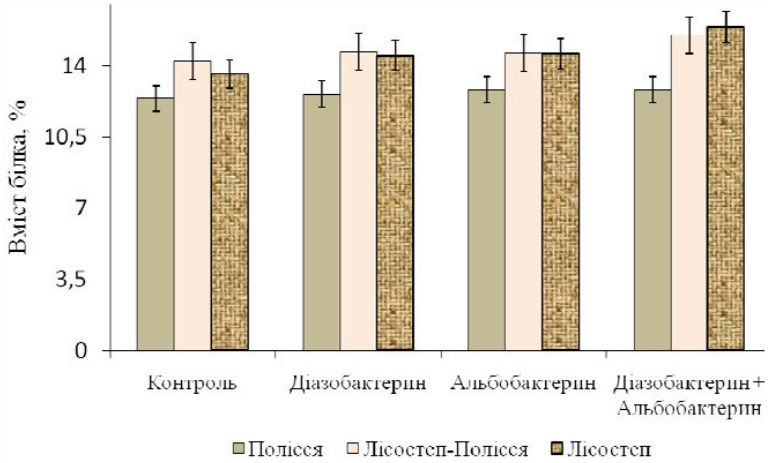


Рис. 2. Вплив мікробних препаратів на кількісні характеристики якості зерна тритикале озимого ПС_1-12, середнє за 2008–2011 рр.

Посіви лінії Чаян не реагували на дію діазобактерину. Попередні дослідження, проведені упродовж 2007–2009 рр., показали, що цей сорт істотно реагує на дію фосфатмобілізувальних мікроорганізмів (рис. 3). Це зумовило істотне ($P \geq 0,95$) збільшення показників кількості продуктивних стебел – на 41,7 %, висоти рослин – 11,3 %, довжини колоса – 7,1 %, кількості квіток із головного колоса – 2,5 %, кількості зерен із головного колосу та рослини – 17 %, маси зерен із головного колосу та рослини – 39,7 і 79,6 %.

Рис. 3. Чутливість рослин тритикале озимого Чаян на дію фосфатмобілізувальних бактерій Bacillus polimyxa M поліміксобактерину, перехідна зона Лісостеп-Полісся, 2009 р.

Рослини генотипів також по-різному реагували на дію біоагентів біопрепаратів, проте найбільш чутливими були на фоні застосування комплексу азотфіксувальних і фосфатмобілізувальних мікроорганізмів (рис. 4 А,Б; табл.).

Рис. 4 А,Б. Адитивний прояв впливу інтродукованих азотфіксувальних (Agrobacterium radiobakter, діазофіт) і фосфатмобілізувальних (Bacillus polimyxa M, поліміксобактерин) мікроорганізмів на продуктивність рослин пшениці м'якої озимої, ННДЦ БНАУ, Центральний Лісостеп, 2009 р.

ISSN 2077-1746. Вісник ОНУ. Біологія. 2015. Т. 20, вип. 2(37)

Таблиця

Чутливість генотипів триби Triticeae на дію біоагентів мікробних препаратів в різних погодно-кліматичних регіонах країни, середнє за 2008–2012 рр.

№ п/п	Культура, сорт, лінія	Оригінатор генотипу, гібридна комбінація	Урожайність зерна, т/га																
			контроль			діазофіт			Діазо-батерин			Альбо-бактерин			поліміксо-бактерин			Діазофіт + альбо-бактерин	
Пшениця м'яка озима			Л	Л-П	П	Л	Л-П	П	Л	Л-П	П	Л	Л-П	П	Л	Л-П	П	Л	Л-П
1.	Смуглянка	Інститут фізіології і генетики рослин НАН і Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла НААН	4,8	5,3	4,1	5,2	5,4	4,4	-	-	-	4,9	5,3	4,3	5,9	5,5	3,9	4,9	5,2
2.	Л 3946/96	Носівська СДС*, (Поліська 90 х Мирлебен) х (Holger х ППГ 296)	5,1	5,7	4,4	4,9	5,6	4,3	-	-	-	4,9	5,5	4,5	5,2	6,2	4,7	-	-
3.	КС 14	Носівська СДС, Maris huntsman х (Киянка х Pony)	4,6	4,9	3,2	4,8	5,3	3,7	-	-	-	4,7	5,1	3,6	4,6	4,8	3,4	4,9	5,5
4.	Л 59-95	Носівська СДС, [Донська напівкарликова х (Maris Madler х Pony) х Донська напівкарликова)]	4,4	4,8	3,5	4,3	4,6	3,4	-	-	-	4,3	4,8	3,1	4,9	5,5	3,7	4,4	4,9
5.	Зоряна Носівська	Носівська СДС, [(Обрій х Maris Hunstman) х Maris Hunstman]	4,5	5,5	3,8	4,7	5,7	3,9	-	-	-	4,6	5,6	3,6	4,6	4,9	3,5	4,9	5,7
Тритикале озиме																			
6.	АД 256	Інститут рослинництва ім.. В.Я. Юр'єва НААН	4,9	5,6	4,1	-	-	-	5,2	5,8	4,4	5,1	5,6	4,2	-	-	-	-	-
7.	ПС_6-12	і.в. з Пшеничне х Славетне*	4,8	5,5	4,3	-	-	-	4,9	5,3	4,4	5,4	5,8	4,7	-	-	-	-	-
8.	ПС_1_12	і.в. з Пшеничне х Славетне*	5,3	5,9	4,8				5,5	6,1	4,9	5,9	6,3	5,2	-	-	-	-	-
9.	Чаян	(Августо х Ягуар) х К–9844/93	5,1	5,9	4,6	-	-	-	4,8	5,6	4,1	4,9	5,2	-	5,8	6,7	4,9	-	-
Жито озиме																			
10.	Боротьба	Носівська СДС*	4,1	4,7	3,8				4,4	4,9	4,2	4,2	4,8	3,7	-	-	-	-	-
11.	Синтетик 38	Носівська СДС*	4,7	5,2	4,4				5,3	5,5	4,5	5,2	5,7	4,7	-	-	-	-	-
$НІР_{05}$			0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4	0,6	0,5	0,7	0,6	0,2	0,3

Примітка: Л – Лісостеп; Л-П – Лісостеп-Полісся; П – Полісся; * – оригінатор Носівська селекційно-дослідна станція Миронівського Інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН

Середньоранній сорт Зоряна Носівська і середньостиглий сорт Л 3946/96 були найбільш чутливим на дію мікробних препаратів азотфіксувальних і фосфатмобілізувальних мікроорганізмів в умовах лісостепового та поліського-лісостепового екотопів (рис. 5 і 6).

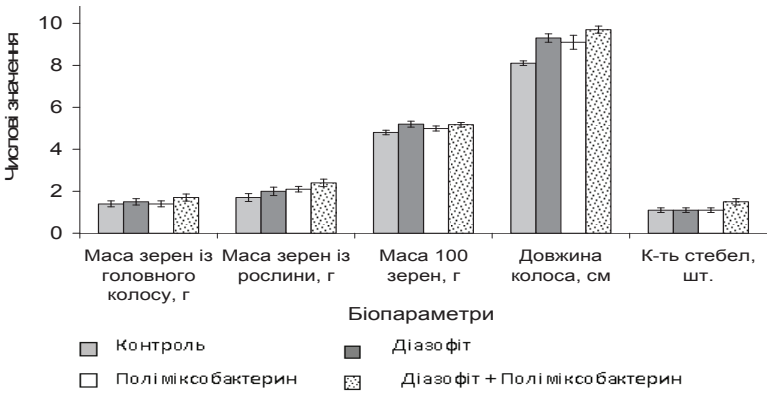


Рис. 5. Чутливість рослин сорту Зоряна Носівська на дію діазофіту та поліміксобактерину в умовах перехідної зони Лісостеп-Полісся, середнє за 2008–2012 рр., Носівська СДС ІСГМіАПВ НААН

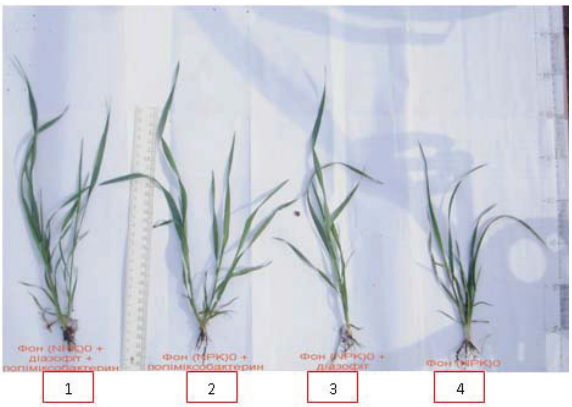


Рис. 6. Чутливість рослин лінії Л 3946/96 на дію діазофіту та поліміксобактерину в умовах лісостепового екотопу, ННДЦ БНАУ, 2009 р.: 1 – діазофіт + поліміксобактерин; 2 – поліміксобактерин; 3 – діазофіт; 4 – контроль (без інокуляції)

Посіви жита озимого сорту Боротьба проявили істотну ($P \geq 0,95$) чутливість на дію як діазобактерину і альбобактерину, так поліміксобактерину. Стабільний прояв цієї чутливості відмічено в 3-х різних екотопах.

Висновок

Досліджено чутливість сортів тритикале озимого, пшениці м'якої озимої і жита озимого на передпосівну інокуляцію насіння азотфіксувальними бакте-

ріями *Azospirillum brasilense* (діазобактерин) і *Agrobacteriu mradiobacter* 204 (діазофіт) та фосфатмобілізувальними мікроорганізмами *Achromobacter album* 1122 (альбобактерин) і *Bacillus polymyxa* КВ (поліміксобактерин) в умовах поліського, полісько-лісостепового і лісостепового екотопів. З'ясовано, що чутливість генотипів пшениці м'якої озимої в умовах поліського екотопу залежить від приналежності певного генотипу до конкретного екотипу. Встановлено, що генотип пшениці м'якої Л 3946/96 і тритикале озимого Чаян істотно (Р = 0,95) реагують на дію лише поліміксобактерину в умовах поліського і полісько-лісостепового екотопів. Всі досліджені генотипи тритикале озимого і жита озимого чутливі до дії мікробних препаратів як в лісостеповому і полісько-лісостепового, так і поліського екотопів. Вплив біоагентів мікробних препаратів зумовлює адитивний ефект, який полягає у повнішому розкритті потенціалу рослин триби *Triticeae* та підвищенні їхньої продуктивності за рахунок покращення живлення рослин необхідними біогенними елементами (азотом, фосфором).

Список використаної літератури

1. *Аксенов С. М.* Принципы построения биологических систем земледелия / С. М. Аксенов, Н. А. Туев // Интенсивное земледелие и охрана окружающей среды: Тез. докл. респ. конф. – Волгоград, 1989. – С. 8–11.
2. *Патика В. П.* Пошук мікроорганізмів для поліпшення фосфорного живлення рослин / В. П. Патика, Л. М. Токмакова // Бюл. Ін-ту с.-г. мікробіол. – Чернігів, 2000. – № 6. – С. 56–57.
3. *Мікробні* препарати у землеробстві. Теорія іпрактика: Монографія/ [В. В. Волкогон, О. В. Надкернична, Т. М. Ковалевська, Л. М. Токмакова та ін.]; за ред. В. В. Волкогона. – К.: Аграрна наука, 2006. – 312 с.
4. *Методика* державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури); за ред. В. В. Волкодава. – К., 2002. – Вип. 2. – С. 64–66.
5. *Серебряков И. Г.* Морфология вегетативных органов высших растений / И.Г. Серебряков. – М.: Советская наука, 1952. – 391 с.
6. *Куперман Ф. М.* Морфофизиология растений. Морфофизиологический анализ этапов органогенеза различных жизненных форм покрытосемянных растений: учеб. пособие для биол. спец. ун-тов / Ф. М. Куперман. – 3-е изд., перераб. идоп. – М.: Высш. школа, 1977. – 288 с.
7. *Майсурян Н. А.* Практикум по растениеводству / Н. А. Майсурян. – Изд. 6-е. – М.: Колос, 1970. – 446 с.
8. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

Статья надійшла до редакції 06.06.2015

Т. З. Москалец
кафедра прикладной экологии Белоцерковского национального аграрного университета,
ул. Героев Чернобыля, 3, г. Белая Церковь, Киевская обл., 09111, Украина,
e-mail: moskalets78@rambler.ru

АДДИТИВНОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ БИОЦЕНОТИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ В СИСТЕМЕ «МИКРООРГАНИЗМЫ РИЗОСФЕРЫ ПОЧВЫ-РАСТЕНИЯ ТРИБЫ *TRITICEAE*»

Резюме
В условиях полесского, лесостепного и полесско-лесостепного экотопов установлена возможность усиления биоценотических связей и достижения ад-

дитивного эффекта в случае комплексной интродукции азотфиксирующих и фосфатмобилизирующих микроорганизмов (путем инокуляции) в системе «микроорганизмы ризосферы почвы-растения трибы *Triticeae*».Установлено, что аддитивный эффект происходит в повышении продуктивности фитоценозов представителей трибы *Triticeae*.
Ключевые слова: триба *Triticeae*; микробные препараты; аддитивнийэффект, биоценотические связи.

T. Moskalets,
Department of Applied Ecology of Bila Tserkva National Agrarian University,
Soborna ploshcha, 8/1, 09111, Kyiv region, Ukraine, e-mail: moskalets78@rambler.ru

ADDITIVE MANIFESTATION OF BIOCENOTIC RELATIONS IN SYSTEM»MICROORGANISMS THE RHIZOSPHERE OF SOIL-PLANT TRIBE *TRITICEAE*»

Abstract
The purpose and objectives of the study. In terms of Polissia, Polissia-Forest-steppe and Forest-steppe ecotopes therewere found out the the possibility of enhance relationships and achievements of biocenotical additive effect in the case of introduction of complex breeding phosphate mobilizing and nitrogen-fixing microorganisms (by means of inoculation) in system «rhizosphere microorganisms-plants tribe *Triticeae*.»
Methods. Field, laboratory, statistical methods and method of the ecosystem approach. **Results.** Sensitivity cultivars of triticale, wheat, rye winter in pre-sowing seed inoculation of nitrogen-fixing bacteria *Azospirillum brasilense* (diazobacteryn) and *Agrobacterium radiobacter* 204 (diazofit) and phosphate mobilizing microorganisms of *Achromobacter album* 1122 (albobacteryn) and *Bacillus polymyxa* KB (polimiksobacteryn) in a Polissia, Polissia-Forest-steppe and Forest-steppe ecotopes. It was found that the sensitivity of wheat genotypes under conditions of mild winter Polissia ecotypes depends on belonging to particular genotype specific ecotypes. There were established that genotype of wheat and triticale Л 3946/96, Chaian (P = 0.95) respond to polimiksobacteryn effect only in terms Polissia and Polissia-Forest-steppe ecotopes. All tested genotypes of winter triticale and winter rye sensitive to microbial agents as Polissia, Polissia-Forest-steppe and Forest-steppe ecotopes. The impact of bio-agents microbial preparations causes additive effect, which is the fuller disclosure of the tribe *Triticeae* plant capacity and increase their productivity by improving plant nutrition necessary nutrients (nitrogen, phosphorus).
Conclusions. In conditions of Polissia, Forest-Steppe and Polissia-Forest-Steppe ecotopes – there were established the possibility of amplification relations and achieving of biocenotic additive effect in the case of the introduction of comprehensive and phosphate mobilizing there have been accumulated nitrogen-fixing microorganisms (by inoculation) in the «micro rhizosphere soil-plant tribe *Triticeae*». It was found that the additive effect is to increase the productivity phytocenoses representatives of the tribe *Triticeae*.
Keywords: tribe *Triticeae*; the microbial preparations; the additive effect, biocenotic relations.

УДК 581:575.2+574.3 **DOI 10.18524/2077-1746.2015.2(37).54913**

А. А. Слепых, аспирант
И. И. Коршиков, д.б.н., проф.
Криворожский ботанический сад НАН Украины
ул. Маршака, 50, Кривой Рог, 50089, Украина, e-mail: aleksandr_slepykh@mail.ru

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО *(QUERCUS ROBUR* L.*)* ПО ФЕНОТИПИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ ЛИСТЬЕВ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ УКРАИНЫ

Исследована изменчивость (эндогенная, индивидуальная и эколого-географическая) 12-ти местопроизрастаний дуба черешчатого (*Q. robur* L.) в условиях сухостепной зоны на Донбассе по морфологическим признакам листьев. Выявлена высокая вариабельность 8 эмпирических и 3-х относительных показателей. Уровень индивидуальной изменчивости дубрав Украинской степи составил 5,3 %. На основе показателей морфометрии листьев был проведен кластерный анализ, который выявил две неравноценных группы, в одну из которых вошло 10 исследуемых районов произрастания.

Ключевые слова: *Quercus robur L.,* морфологические признаки, фенотипическая изменчивость, популяция, кластерный анализ.

Дуб черешчатый *(Q. robur* L.*)* является аборигенным видом и одной из главных лесообразующих пород Украины, обладает высоким адаптационным потенциалом, чему способствует дальний перенос пыльцы до 50–80 км [19, 24]. Дуб формирует небольшие устойчивые популяции в условиях сухой Степи. В степной зоне Украины, которая занимает 40 % территории страны, здесь *Q. robur* представлен малочисленными изолированными популяциями, которые часто подвергаются избыточному антропогенному влиянию. Это незаконные вырубки, локальные пожары, выпас скота и т. д. [16]. Вне заповедных территорий в степной зоне популяции дуба черешчатого находятся под угрозой исчезновения. В связи с глобальными климатическими изменениями и возрастающей антропогенной нагрузкой, отмечается деградация и массовое усыхание дубрав практически во всех частях ареала вида [4].

Опыт лесоразведения показывает, что дуб имеет незначительные перспективы относительно естественного возобновления семенным путем в искусственных насаждениях и байрачных лесах в степных условиях [4, 5, 16].

Ареал *Q. robur* занимает почти всю Западную и значительную часть Восточной Европы (кроме северных регионов), простираясь в восточном направлении до Урала [6, 9]. Естественный лесовосстановительный процесс у древесных растений в значительной степени обусловлен средой обитания в том или ином географическом районе и конкретными условиями произраста-

 © А. А. Слепых, И. И. Коршиков, 2015

ния в пределах района, что относится к *Q. robur* в полной мере. Встречаемость дубрав ухудшается в направлении от западных районов ареала к восточным [14, 16]. Изучение популяций дуба особо актуально на крайних приграничных территориях ареала.

Стоит отметить, что исследования популяционной структуры *Q. robur* в сухостепной зоне Украины, в частности, в Донецкой области, раннее практически не проводились [29], что вызывает особый интерес.

Существующие дубовые насаждения, группы и отдельные экземпляры, вступившие в репродуктивную фазу, являются ценными объектами для семеноводства дуба. Произрастая в сложных микроклиматических условиях, они прошли процесс естественного отбора на засухоустойчивость, толерантность к почвенному плодородию, морозостойкость и могут обоснованно считаться генетическим резерватом популяции *Q. robur* [21, 28].

Изучение закономерностей и уровней фенотипической изменчивости *Q. robur* даст возможность оценить устойчивость и эволюционную приверженность некоторых популяций и вида дуба черешчатого в целом. Это, возможно, будет способствовать разработке мер по сохранению генофонда *Q. robur* [11], фенотипическое разнообразие которого в сухостепной зоне Украины в полной мере не исследовано.

Внутривидовая изменчивость дуба черешчатого, которая, как правило, встречается внутрипопуляционными группами, географическими и экологическими популяциями является базисом для поиска, сохранения и рационального использования его генетического потенциала. Интерес особого значения представляют маргинальные [8] (приграничные) популяции *Q robur* на юго-восточном пределе естественного ареала распространения в Донецкой области. В краевых частях ареала дуб испытывает не только антропогенный пресс, но и негативное влияние абиотических факторов, так как условия обитания здесь резко отличаются от условий центральной части его ареала и в большинстве случаев являются субоптимальными [9, 13]. На дуб большое влияние оказывает и нарушение водного режима. Исследование центральных и маргинальных местообитаний дуба дает информацию о формовом разнообразии данного вида, о существовании особых, менее требовательных к теплу форм и позволяет провести их отбор для введения в культуру вне основного ареала. Популяции и внутрипопуляционные группы различаются особенностями морфогенеза листьев. Листья простого строения свойственны популяциям восточной части ареала. В западном направлении происходит уменьшение размеров листьев и усложнение их строения [14].

Цель работы – анализ фенотипической изменчивости *Q. robur* в 12-ти районах произрастания сухостепной зоны Украины в Донецкой области и определение степени их дифференциации.

Материалы и методы

Исследования проводились на 12-ти пробных площадях: 4, находящиеся на охраняемых территориях, и 8-ми малочисленных изолированных локальных естественных районов произрастания *Q. robur* (рис. 1). В качестве фенотипических маркеров для оценки изменчивости вида были использованы морфологические признаки листьев (рис. 2), которые характеризуются высокой генотипической обусловленностью и часто используются в популяционных исследованиях [13, 17]. Образцы листьев в каждой из 12-ти районов произрастания (они же, наши пробные площади) собирали индивидуально, с 30-ти деревьев в каждой локальности. С каждого дерева, для достаточной информативности и репрезентативности выборки, было взято по 10 образцов листьев. Для этого выделяли наиболее типичные растения, характерные из каждой популяции [13, 14, 17, 23, 25–27]. Измерения признаков производились согласно рекомендациям Л. Ф. Семерикова [13]. Сбор листьев осуществлялся в течение июня 2015 года. Обработка результатов осуществлялись с помощью программ Microsoft Exel и Statistica 10.

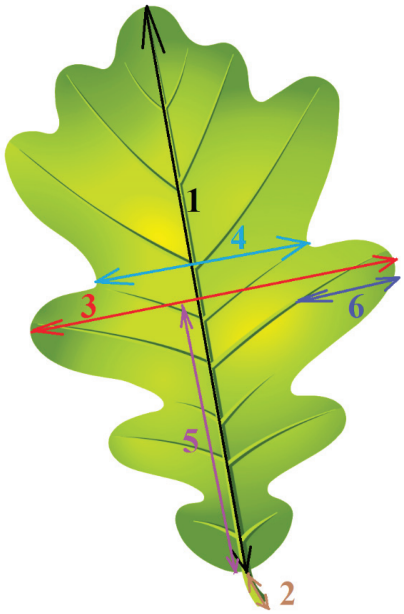


Рис. 2. Основные параметры измерений морфологии листьев дуба в исследовании фенотипической изменчивости

1 – Длина листовой пластинки
2 – Длина черешка
3 – Максимальная ширина листа по лопастям
4 – Максимальная ширина листа по бухтам
5 – Длина от основания до линии наиболее широкого места листа
6 – Максимальная высота лопасти

Проанализированы 8 морфологических признаков листьев и включая 3 относительных расчётных показателя трех иерархических уровнях выборки: в пределах каждого дерева (эндогенная изменчивость), в пределах каждой пробной площади (индивидуальная, или внутрипопуляционная изменчивость) и между пробными площадями (эколого-географическая, или межпопуляционная изменчивость) [10].

Рис.1. Карта размещения исследуемых местопроизрастаний Q. robur в Донецкой области.

Сокращенные названия районов произрастания, изображенных на интерактивной карте:

1. ЯРО – Яровая
*2. ЗАП-1 – заказник «Заплава-1»**
3. НовДон – Новодонецкое (Добропольский район)
4. БЕЛ – Белозерское (в том числе и вблизи с.Боковое)
*5. Кле-б – РЛП «Клебан-бык «**
6. ЕЛИЗ – Елизаветовка
7. НИК – Никольское
*8. ВЕЛ ЛЕС – Великоанадольский лес**
9. ОЛЬГ – Ольгинка
10. МАЛ-ЯН – Малоянисоль
11. СТДУБ – Стародубовка (Першотравневый район)
*12. АЗОВ ДАЧ – заказник «Азовская дача»**
** – охраняемые территории*

Результаты и их обсуждение

Показатели морфометрических параметров листьев растений *Q. robur* и их изменчивость в сухостепных условиях произрастания в Донецкой области представлены на таблице 1.

Следует отметить, что средние значения морфометрических данных, полученных нами по степной зоне Украины в Донецкой области, весьма сходны с данными, полученными по схожим характеристикам в регионе Башкирского Предуралья [19].

Полученные данные морфологических показателей листовой пластинки *Q. robur* следует считать невысокими исходя из исследований дубрав Европейской части РФ и Кавказа Семириковым [13], Среднего Половожья и Чувашии А. С. Яковлева [17], Челябинской области в исследовании Т. М. Гнушевой [1], Западной Европы Ааса [18], Клейншмита, Креймера [22].

Морфометрические данные листьев дуба в Трансильвании (Румыния, Юг Европы) в исследованиях А. Л. Курту оказались ниже наших (длинна листа

ISSN 2077-1746. Вісник ОНУ. Біологія. 2015. Т. 20, вип. 2(37)

Таблица 1

Морфометрические параметры листьев растений и их изменчивость в местопроизрастаниях *Quercus robur L.* в Донецкой области.

Популяция (п/п)		Средние значения признаков										
		длс, мм	**дчр, мм**	**шлл, мм**	**шлб,мм**	**длш,мм**	**Клп**	**ужл, град.**	**влп, мм**	**шлл/длс**	**длш/длс**	**кфр**
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Новодонецкое	116,6± 1,13	7,3± 0,73	65,6± 1,47	33,4± 1,04	71,1± 1,2	10,9± 0,47	43,3± 0,91	19,8± 0,74	0,563± 0,009	0,609± 0,007	0,49± 0,006
2	РЛП «Клебан-бык «	128,4± 2,23	5,9± 0,3	83,9± 2,94	46,7± 2,73	75,3± 2,05	10,1± 0,24	45,1± 1,67	23,5± 1,03	0,653± 0,015	0,586± 0,008	0,443± 0,02
3	Великоанадольский лес	132,3± 1,91	6,2± 0,27	87,6± 1,69	50,2± 1,42	80,1± 2,24	10,3± 0,35	45,8± 1,35	24,1± 1,59	0,661± 0,006	0,605± 0,01	0,427± 0,01
4	Ольгинка	123,1± 2,19	5,5± 0,28	74,9± 2,61	42,8± 1,84	72,9± 1,65	10,1± 0,29	45,3± 1,31	22,3± 1,27	0,608± 0,013	0,593± 0,005	0,429± 0,01
5	Малоянисоль	124,7± 2,09	5,6± 0,33	75,0± 2,51	43,4± 2,19	73,5± 2,41	10,2± 0,26	43,7± 0,87	22,0± 1,19	0,602± 0,01	0,589± 0,01	0,422± 0,01
6	Никольское	126,1± 1,9	5,8± 0,45	76,9± 2,19	45,7± 1,78	75,6± 1,93	10,1± 0,23	45,5± 0,86	23,3± 1,02	0,61± 0,009	0,599± 0,008	0,406± 0,01

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
7	Елизоветовка	117,9± 1,1	6,4± 0,4	78,2± 2,24	47,3± 1,09	66,7± 1,34	11,1± 0,41	46,0± 0,61	19,5± 0,77	0,663± 0,014	0,566± 0,008	0,394± 0,009
8	Яровая	135,1± 2,11	7,2± 0,54	87,6± 2,09	44,6± 1,71	80,5± 1,64	10,8± 0,28	44,5± 0,63	25,3± 1,86	0,648± 0,007	0,595± 0,004	0,491± 0,01
9	Заказник «Азовская дача»	131,9± 2,25	6,5± 0,5	84,2± 3,19	52,2± 1,97	77,6± 1,55	9,7± 0,22	46,1± 0,78	22,7± 1,1	0,638± 0,014	0,588± 0,004	0,381± 0,0075
10	Лесной заказник «Заплава-1»	137,6± 1,81	7,4± 0,65	80,4± 1,75	51,7± 1,52	80,2± 1,16	10,5± 0,29	45,3± 0,59	24,3± 1,54	0,584± 0,005	0,583± 0,003	0,357± 0,006
11	Стародубовка	122,7± 1,56	5,7± 0,43	74,6± 2,35	39,3± 1,29	74,6± 2,12	10,2± 0,21	46,3± 0,74	23,4± 1,39	0,607± 0,013	0,608± 0,013	0,527± 0,009
12	Белозерское	120,8± 1,14	6,1± 0,47	63,6± 1,83	34,7± 1,46	66,5± 2,14	9,7± 0,35	45,5± 0,57	19,9± 1,18	0,53± 0,01	0,55± 0,013	0,45± 0,014
	Среднее для региона	126,4± 1,78	6,3± 0,44	77,7± 2,24	44,3± 1,67	74,5± 1,79	10,3± 0,3	45,2± 0,91	22,5± 1,22	0,61± 0,011	0,58± 0,008	0,43± 0,011

Примечание: Длс – длина листа, Дчр – длина черешка, Шлл – ширина листа по лопастям, Шлб – ширина листа по бухтам, Длш – длина от основания до линии наиболее широкого места листа, Клп – количество лопастей, Ужл – угол жилкования листа, Влп – высота лопасти, Шлл/Длс – относительная ширина листа по лопастям, Длш/Длс – относительная форма листа, Кфр – коэффициент рассеченности листа (Шлл – Шлб) / Шлл.

116,91 мм, длина черешка 6,03) [20], что подтверждает тенденцию снижения показателей морфометрии листьев *Q. robur* с западно-центральной части ареала к юго-восточной.

Морфологические признаки сильно различаются по уровню индивидуальной изменчивости (табл. 2). Наиболее вариабельны такие морфологические признаки листьев как: длина черешка, максимальная ширина листа по лопастям, максимальная ширина листьев по бухтам, длина от основания до линии наиболее широкого места листа. Значительно менее изменчивы были: относительная форма листа, относительная ширина листа, количество лопастей, угол жилкования и коэффициент рассеченности листа.

Таблица 2

Значения коэффициентов вариации (CV) параметров листьев в местопроизрастаниях дуба черешчатого Степной зоны Украины

Сокр. назв. поп-й	длс, мм	дчр, мм	шлл, мм	шлб,мм	длш,мм	клп	ужл, град	влп, мм	шлл/длс	дшл/длс	кфр	CV1 средняя по популяции
НовД	5,5	15,1	6,5	7,4	6,3	4,4	2,1	5,9	1,4	1,1	1,3	5,17
РЛП «Кл-б «	6,2	10,0	7,8	10,1	7,4	2,4	3,7	6,5	2,3	1,4	4,6	5,68
Веллес	5,9	9,4	6,2	7,2	7,5	3,5	2,9	8,7	0,9	1,7	2,2	5,11
Ольг	6,3	10,1	7,7	8,6	6,9	2,9	2,9	7,9	2,1	0,8	2,6	5,35
Мал-ль	6,2	10,8	7,6	9,4	7,9	2,5	1,9	7,6	1,8	1,8	3,1	5,51
Ник	6,0	12,6	7,1	8,2	7,2	2,3	1,9	6,5	1,5	1,3	2,5	5,21
Елиз	5,4	11,3	7,1	6,6	6,7	3,7	1,3	6,1	2,1	1,3	2,4	4,92
Яро	6,1	12,4	6,6	8,2	6,7	2,7	1,4	9,5	1,2	0,7	2,2	5,25
Азов дач	6,2	12,6	8,0	8,1	6,7	2,3	1,7	6,9	2,2	0,6	1,9	5,22
Зап-1	5,8	13,8	6,4	7,3	6,1	2,8	1,3	8,5	0,9	0,5	1,7	5,01
Стдуб	5,8	12,4	7,4	7,9	7,5	2,0	1,6	8,1	2,1	2,19	1,7	5,35
Белоз	5,4	12,7	7,1	8,5	7,9	3,6	1,3	8,0	2,2	2,3	3,1	5,65
Сред. CV1 по признаку	5,9	11,9	7,13	8,1	7,1	2,9	2,0	7,5	1,7	1,3	2,5	5,28
CV2	15,8	6,51	18,5	17,9	15,4	3,9	6,4	31,9	7,2	3,2	11,2	5,30

Прим. CV1 – коэффициент вариации для индивидуальной изменчивости в популяциях, CV2 – коэффициент вариации для межпопуляционной изменчивости в регионе.

Сравнение местопроизрастаний (локальностей, популяций) по уровню варьирования каждого признака в отдельности малоинформативно [10, 13]. В качестве общей меры внутрипопуляционной (индивидуальной) изменчивости был использован обобщенный коэффициент вариации, рассчитываемый посредством усреднения коэффициентов вариации разных признаков или средние значения по популяции CV1.

Как видно, исследованные местопроизрастания *Q. robur* довольно близки друг к другу по уровню внутрипопуляционной (индивидуальной) изменчивости (табл. 2). Показатель индивидуальной изменчивости по исследованным 12-ти районам произрастания в среднем составил 5,3 %.

Согласно общепринятой шкале С. А. Мамаева [7] степень изменчивости изученных морфологических признаков листьев дуба оценивается как невысокая. Вероятнее всего, это обусловлено тем, что, несмотря на обширное количество исследованных районов произрастаний, географический охват территории был небольшим (расстояния между самыми крайними местопроизрастаниями составляет около 300 км). Показатели внутривидовой изменчивости *Q. robur* в Европейской части РФ и Западной Европы были выше [1, 11, 13, 14, 18, 20, 22].

Анализ иерархической кластеризации (на эколого-географическую изменчивость) 12-ти районов произрастания дуба черешчатого (*Q. robur L.*) в Донецкой области показывает 2 четко разграничивающихся кластера (рис. 3).

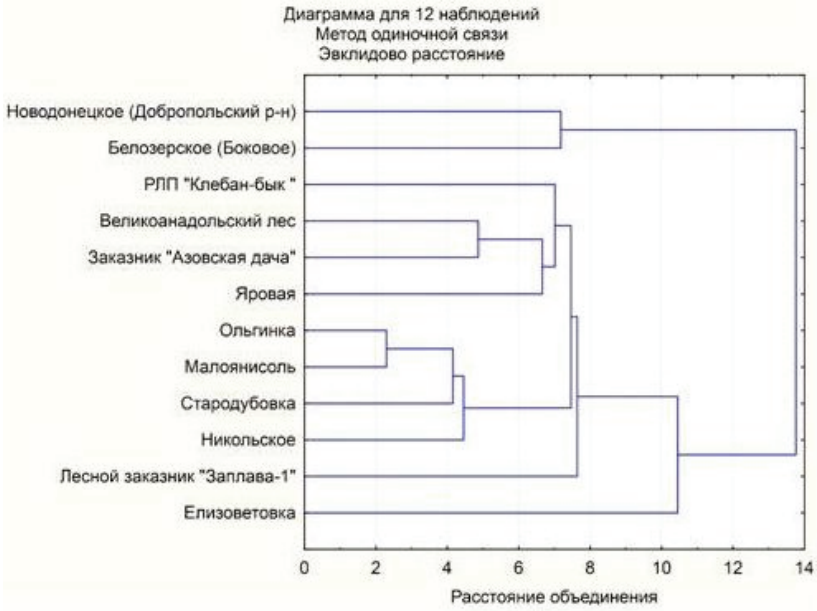


Рис.3. Дендрограмма различия-сходства пробных площадей Quercus robur L. по морфологическим признакам листьев растений Степной зоны Украины

Сопоставление построенной дендрограммы с географическим положением древостоев свидетельствует, что пробные площади Новодонецкое и Белозерское очень сильно обособлены от всех остальных. Эти 2 локальности произрастания дуба расположены недалеко друг от друга (около 15 км), но сравнительно далеко от остальных. Возможно, это можно объяснить специфичностью маршрутов распространения пыльцы, что можно определить посредством проведения молекулярно-генетических анализов.

Из второй общей группы, где представлены остальные 10 районов произрастания, можно выделить 3 подгруппы (подкластера). В первую подгруппу вошли 4 исследуемых участка: РЛП «Клебан-бык», Великоанадольский лес, Заказник «Азовская дача» и Яровая. Эти популяции, скорее, объединены не случайно, так как все эти 4 популяции находятся на охраняемой территории.

В следующую подгруппу второго кластера вошли еще 4 района произрастания: Ольгинка, Малоянисоль, Стародубовка и Никольское. В этих древостоях отсутствует природоохранный режим или статус, в отличие от предшествующей подгруппы. И в последнюю подгруппу второго кластера, весьма условно, вошли популяции Заплава-1 и Елизаветовка. При этом, данные этих популяций и их географическое расположение не имеют существенного сходства между собой. Скорее, эти популяции попали в отдельный сегмент исключительно из-за данных анализа, которые отличались весьма маргинальными показателями и имели слабое сродство с остальными.

Наибольшая зона распределения (зона из 10-ти популяций) по значениям морфометрии листьев дуба свидетельствует о формовом разнообразии дуба на южной границе его ареала.

Вероятно, два резко различающихся кластера могут свидетельствовать о том, что это две популяции дуба черешчатого. Для подтверждения данной гипотезы необходим тщательный молекулярно-генетический анализ.

Таким образом, относительные значения величины и формы листьев *Q. robur* могут служить информативными признаками для установления внутривидового таксономического ранга его популяций и их географических и экологических компонентов.

Выводы

1. Анализ 12-ти местопроизрастаний дуба черешчатого *Q. robur* в Степной зоне Украины по морфометрическим признакам листьев показал широкий диапазон вариабельности по каждому признаку и, соответственно, высокую эндогенную изменчивость. Полученные результаты сопоставимы с таковыми по другим участкам ареала распространения вида.

2. Исследованные пробные площадки показали невысокий уровень индивидуальной (внутривидовой) изменчивости, согласно общепринятой шкале изменчивости Мамаева, по исследуемому региону – 5,3 %.

3. Результаты исследований эколого-географической (межпопуляционной) изменчивости районов произрастания с помощью иерархической кластеризации предварительно свидетельствуют о дифференциации дуба черешчатого в районе исследований на две неравноценных группы. Возможно, эти две группы являются отдельными популяциями, для подтверждения чего необходимо проведение молекулярно-генетического анализа. Также отметим, что местопроизрастания дуба, которые охватывают второй кластер (10 популяций), те, которые расположены севернее, они имеют гораздо более высокие значения показателей морфометрии листьев растений, чем южные. Если брать во внимание результаты анализов и географическое положение популяций, то, во многих случаях, можно найти закономерное следствие.

4. Сохранение генофонда дуба черешчатого (*Q. robur*) в регионе следует вести с учетом популяционной дифференциации вида и выделение популяций с наибольшим уровнем фенотипической изменчивости, таких как Яровая, Заплава-1, Великоанадольский лес.

Список использованной литературы

1. *Гнушева Т. М.* Внутривидовая дифференциация дуба черешчатого на внутрипопуляционные группы, географические и экологические ценопопуляции в разных частях ареала / Т. М. Гнушева, А. П. Кожевников, М. В. Крутов // Научные ведомости БелГУ Серия Естественные науки. – 2012. – № 9 (128). Выпуск 19. – С. 5–8.
2. *Данъшин И. И.* Долговечность насаждений дуба в зависимости от физико-механических свойств южных чернозёмов Ростовской области / И. И. Данъшин, А. А. Василькович // Лесоразведение на Среднем Дону. – Воронеж, 1973. – С. 81–91.
3. *Ерусалимский В. И*. Лесоразведение в степи текст / В. И. Ерусалимский. –М.: ВНИИЛМ, 2004. 176 с.
4. *Карпеченко К. А.* Изучение метаболизма плюсовых деревьев дуба черешчатого (*Quercus robur L.*) / К. А. Карпеченко, И. Ю. Карпеченко, О. А. Землянухина, В. Н. Вепринцев, А. М. Кондратьева, Н. А. Карпеченко, В. Н. Калаев // Фундаментальные исследования. – Воронеж, 2013. – № 1. – С. 287–291.
5. *Ковалевич А. И.* Рекомендации по генетической инвентаризации объектов лесосеменной базы и их использованию: утв. М-вом лесного хозяйства Респ. Беларусь 06.03.12 / А. И. Ковалевич. – Минск, 2012. – 50 с.
6. *Лосицкий К. Б.* Дуб. / К. Б. Лосицкий. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 101 с.
7. *Мамаев С. А.* Формы внутривидовой изменчивости древесных растений / С. А. Мамаев. – М.: Наука, 1973. – 284 с.
8. *Арефьев В. А.* Молекулярная биология и генетика. Толковый словарь, «Англо-русский толковый словарь генетических терминов» [Электронный ресурс] // Москва: Изд-во ВНИРО, 1995 г. – режим доступа: http://dic.academic.ru/dic.nsf/genetics/7932
9. *Меницкий Ю. Л.* Обзор видов рода *Quercus L.* Евразии / Ю. Л. Меницкий. – Л.: Наука, 1982. – 60 с.
10. *Путенихин В. П.* Лиственница Сукачева на Южном Урале (изменчивость, популяционная структура и сохранение генофонда) / В. П. Путенихин. – Уфа: УНЦ РАН, 1993. – 195 с.
11. *Путенихин В. П.* Фенотипическая структура дуба черешчатого в Башкирском Предуралье как основа сохранения генофонда вида в регионе / В. П. Путенихин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. – Т. 15, № 3 (4), Самара, 2013. – С. 1410–1412.
12. *Родин С. А.* Теоретические и практические аспекты повышения результативности искусственного выращивания леса / С. А. Родин, А. Р. Родин // Лесное хозяйство – 2005, № 1. – С. 36–39.
13. *Семериков Л. Ф.* Популяционная структура дуба черешчатого (*Quercus robur L.*) в Поволжье и Предуралье / Л. Ф. Семериков, В. С. Казанцев // Экология. – 1979. – № 2. – С. 12–21.
14. *Семериков Л. Ф.* Популяционная структура древесных растений (на примере видов дуба Европейской части СССР и Кавказа) / Л. Ф. Семериков. – М.: Наука, 1986. – 140 с.

15. *Усецкий И. М.* Проблема усыхания дубрав Украины Текст. / И. М. Усецкий, В. Л. Мешкова // Дуб. – порода третьего тысячелетия: Сборник научных трудов Института леса Национальной АН Беларуси. Вып. 48. – Гомель, 1998. – С. 313–318.
16. *Харченко Н. А.* К вопросу о естественном возобновлении дуба черешчатого под пологим материнским древостоем / Н. А. Харченко, Н. Н. Харченко // Науч. журн. КубГАУ. – 2012. – № 76. – С. 1–13.
17. *Яковлев А. С.* Дубравы Среднего Поволжья / А. С. Яковлев, И. А. Яковлев. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1999. – 352 с.
18. *Aas G.* Taxonomical impact of morphological variation in *Quercus robur* and Q. petraea: a contribution to the hybrid controversy/ Aas G. // Ann. Sci. For. 50 (1993) – P. 107–114.
19. *Buschbom J.* Efficient Long-Distance Gene Flow into an Isolated Relict Oak Stand / J. Buschbom, Y. Yanbaev, B. Degen // Journal of Heredity. – 2011. – 102, № 4. – P. 464–472.
20. *Curtu Alexandru*. Leaf morphological and genetic differentiation between *Quercus robur L.* and its closest relative, the drought-tolerant *Quercus pedunculiflora K.* Koch. / Alexandru Curtu, Sofletea, Alin Toader, Mihai Enescu // Annals of Forest Science, Springer Verlag (Germany) – 2011, 68 (7) – P. 1163–1172.
21. *Kelly P. M.* Climate and signature years in west European oaks / P. M. Kelly, M. A. R. Munro, M. K. Hughes, C. M. Goodness // Nature. – 1989. – 340 (6228). – P. 57–60.
22. *Kleinschmit J. R. G.* Comparison of morphological traits of pedunculate oak (*Q. robur L.*) and sessile oak (*Q. petraea* Matt.) Liebl. / J. R. G. Kleinschmit, R. Bacilieri, A. Kremer, A. Roloff // Silvae Genet. – 1995. – 44. – P. 256–269.
23. *Heredia Lo`pez de*. Variation components in leaf morphology of recruits of two hybridising oaks [*Q. petraea* (Matt.) Liebl. and *Q. pyrenaica* Willd.] at small spatial scale/ Lo`pez de Heredia, U. et al. // Eur. J. For. –2009. – Res. 128. – P. 543–554.
24. *Petit R. J.* Chloroplast DNA variation in European white oaks / R. J. Petit, U. M. Csaikl, S. Bordács // Forest Ecology and Management. – 2002. – 156, № 1–3. – P. 5–26.
25. *Viscosi V.* Geometric morphometric analyses of leaf variation in four oak species of subgenus *Quercus (Fagaceae)* / V. Viscosi // Plant Biosyst. – 2009a. –143. – P. 575–587.
26. *Viscosi V.* Leaf morphological analyses in four European oak species (*Quercus*) and their hybrids: a comparison of traditional and geometric morphometric method/ V. Viscosi // Plant Biosyst. – 2009b. – 143 – P. 564–574.
27. *Viscosi V.* Geometric morphometric analysis as a tool to explore covariation between shape and other quantitative leaf traits in European white oaks / V. Viscosi // Tools for identifying biodiversity: progress and problems. Univ. Press. 2010. – Vol. 1. – P. 257–261.
28. *Yan Z.* Trends of extreme temperatures in Europe and China based on daily observations/ Z. Yan, P. D. Jones, T. D. Davies et al. // Climatic Change. – 2002. – 53. – P. 355–392.

Статья поступила в редакцию 04.09.2015

О. О. Слєпих, І. І. Коршиков
[1]Криворізький ботанічний сад НАН України
вул. Маршака, 50, Кривий Ріг, 50089, Україна, e-mail: aleksandr_slepykh@mail.ru

МІНЛИВІСТЬ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО *(QUERCUS ROBUR L.)* ЗА ФЕНОТИПІЧНИМИ ОЗНАКАМИ ЛИСТЯ У СТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ РЕЗЮМЕ

Досліджено мінливість (ендогенну, індивідуальну та еколого-географічну) 12-ти місцезростань дуба черешчатого (*Q. robur L.*) в умовах сухостепової зони на Донбасі за морфологічними ознаками листя. Виявлено високу варіабельність 8 емпіричних і 3-х відносних показників. Рівень індивідуальної мінливості дібров Українського степу склав 5,3 %. На основі показників морфометрії листя був проведений кластерний аналіз, який виявив дві нерівноцінні групи, в одну з яких увійшло 10 досліджуваних районів зростання.
Ключові слова: *Quercus robur L.*, морфологічні ознаки, фенотипічна мінливість, популяція, кластерний аналіз.

A. A. Slepykh, I. I. Korshikov
Krivoy Rog Botanical Garden under NAS of Ukraine
50, Marshak st., Krivoy Rog, 50089, Ukraine, e-mail: aleksandr_slepykh@mail.ru

VARIABILITY OF ENGLISH OAK (QUERCUS ROBUR L.) ON THE BASIS OF PHENOTYPIC TRAITS OF LEAVES IN THE STEPPE OF UKRAINE

Abstract
We have investigated phenotypic variability (endogenous, intraspecific or individual, ecological and geographical or interpopulation) 12 of stand English oak (*Q. robur* L.) in the zone of an arid steppe in eastern Ukraine using morphological characters of leaves. We have identified high variability of 8 empirical and 3 relative traits of leaves. The level of individual variability of oak of the Ukrainian steppe amounted to 5,3 %. On the basis of morphometric parameters of leaves, a cluster analysis was performed, which revealed two unequal groups, one of which included 10 investigated habitat of English oak, into the other – 2. A hypothesis is proposed that these two groups originated from two distinct populations through genetic drift and migration of genes. Conservation of the gene pool of English oak (*Q. robur*) in the Ukrainian steppe will be carried to the type of population differentiation and allocating populations with the highest level of phenotypic and genotypic variability.
Keywords: *Quercus robur L.*, morphological traits, phenotypic variability, population, cluster analysis.

УДК 581. 19.577.355.3 **DOI 10.18524/2077-1746.2015.2(37).55003**

У. Я. Стамбульська, здобувач
ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», кафедра біохімії і біотехнології, вул. Шевченка, 57, Івано-Франківськ, 76018, Україна, тел.: +380342596171, e-mail: ustambulska@yandex.ru

ВПЛИВ БІХРОМАТУ КАЛІЮ У СЕРЕДОВИЩІ ВИРОЩУВАННЯ НА БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОСЛИН ГОРОХУ

Вивчено вплив біхромату калію на деякі біохімічні показники у верхівкових листках рослин гороху сорту Альфа. Вирощування гороху за наявності солі хрому веде до інтенсифікації вільнорадикальних процесів, про що свідчить збільшення вмісту ТБК-активних продуктів. Однак, зростання активності гваяколпероксидази вказує на функціонування компенсаторних механізмів.

Ключові слова: горох, хром, антиоксидантні ферменти.

Агресивними забруднювачами, які згубно впливають на біосферу, є іони важких металів (ВМ), серед них і шестивалентний хром [5]. У низьких концентраціях ВМ, зокрема і хром, є життєво важливими компонентами рослинної клітини і необхідні для проходження процесів метаболізму (біосинтезу білків, нуклеїнових кислот, факторів росту, синтезу хлорофілу, підтримки структурної і функціональної цілісності мембран та ін.), проте у високих – спричинюють багато фізіологічних та біохімічних порушень [2]. Одним з механізмів токсичності хрому є посилення генерації активних форм кисню (АФК), які викликають окисні пошкодження білків, ліпідів та нуклеїнових кислот [10–12, 17, 28]. Як наслідок, це призводить до порушення обміну речовин та пригнічення росту рослин, фотосинтезу, зниження вмісту хлорофілу, активності деяких ферментів, деградацію хлоропластів і мітохондрій [2, 12, 16, 18, 26]. У відповідь на дію оксидативного стресу, індукованого ВМ, рослини задіюють ферментні або неферментні механізми антиоксидантного захисту, для підтримки про/антиоксидантної рівноваги клітин [10, 16, 21, 27]. За високої інтенсивності оксидативного стресу, спричиненого важкими металами, потужності антиоксидантної системи захисту недостатньо для уникнення окисних пошкоджень. Наскільки порушується функціонування антиоксидантної системи та як змінюються показники оксидативного стресу у рослин гороху, за умов дії важких металів, зокрема хрому, відомо недостатньо [1, 15, 19]. У зв'язку з цим метою роботи було дослідити перебіг вільнорадикальних процесів у рослин гороху посівного за дії різних концентрацій біхромату калію.

 © У. Я. Стамбульська, 2015

Матеріали та методи дослідження

Об'єктом досліджень були рослини гороху посівного – *Pisum sativum* L. сорту Альфа. Стерилізоване насіння пророщували протягом 5 діб у вологій камері. Рослини вирощували у 2-х кілограмових поліетиленових посудинах з використанням у якості субстрату річкового піску і поживної суміші Кнопа збідненої на азот (0,25 норми) [3]. Як джерело хрому для дослідних варіантів використовували водний розчин солі біхромату калію $K_2Cr_2O_7$ в концентраціях 0,001, 0,01 і 0,1 мілімоль/кг субстрату. В контрольний варіант розчин солі не вносили. Рослини вирощували при температурі 25 ± 2 °С за умов 16-годинного світлового дня та освітленості 6300 Лк. Забір рослинного матеріалу здійснювали на 5-ту, 10-ту та 15 доби росту.

Верхівкове листя рослин гомогенізували у співвідношенні 1:10 маса/об'єм в середовищі, яке містило: 50 мМ калій-фосфатний буфер (pH 7,0), 0,5 мМ етилендиамінтетраацетат та 1 мМ фенілметилсульфонілфторид [23]. Отримані гомогенати центрифугували (13000 g, 15 хв, 4 °С) на центрифузі Eppendorf 5415R (Німеччина) [23] і у супернатантах визначали вміст карбонільних груп білків (КБ) [14], ТБК-активних продуктів (ТБКАП) [22], активність ферментів [6, 20] та концентрацію білка [9]. Каталазну активність визначали на спектрофотометрі СФ-46 (Ломо, СРСР), реєструючи зміну оптичного поглинання пероксиду водню при довжині хвилі 240 нм [6]. Для розрахунків використовували коефіцієнт молярної екстинції H_2O_2 39,4 $M^{-1}см^{-1}$ [6]. Активність гваяколпероксидази (ГПО) визначали на спектрофотометрі Spekol 211 (Carl Zeiss, Німеччина) при довжині хвилі 470 нм у пробі об'ємом 1,5 мл, реєструючи зміну оптичного поглинання внаслідок окислення гваяколу до тетрагваяколу [20]. Для розрахунків використовували коефіцієнт молярної екстинкції гваяколу 26600 $M^{-1}см^{-1}$ [7]. Концентрацію білка визначали за методом Бредфорд [9]. Для визначення вмісту КБ і ТБКАП супернатанти змішували з 40% ТХО у співвідношенні (маса/об'єм) 1:1 та центрифугували 5 хв при 7000 об/хв. Осаджені білки використовували для визначення вмісту КБ, а супернатанти для визначення ТБКАП. Вміст КБ визначали за реакцією з 2,4-динітрофенілгідразином [14], використовуючи для розрахунків коефіцієнт молярної екстинції динітрофенілгідразонів 22000 $M^{-1}см^{-1}$ [14]. Вміст ТБКАП визначали за методом Heath та Packer [22] і розраховували із використанням коефіцієнту молярної екстинкції ТБК2-МДА адукту 155000 $M^{-1}см^{-1}$ [22]. Дані представлені як середнє ± похибка середнього (M ± m). Статистичне опрацювання здійснювали, використовуючи критерій Даннета.

Результати та їх обговорення

Накопичення хрому в рослинах впливає на метаболічні процеси, зокрема призводить до порушення обміну речовин та пригнічення росту, фотосинтезу,

зниження вмісту хлорофілу, активності деяких ферментів, деградацію хлоропластів і мітохондрій [8, 26].

Рівень продуктів вільнорадикального окислення ліпідів та білків є маркером пошкоджень, спричинених стресовими факторами [11, 24, 28]. Показано, що вміст карбонільних груп білків у верхівковому листі гороху на 5-ту і 10-ту доби росту не змінювався відносно контролю у всіх дослідних варіантах (таблиця). Однак, у 15-ти добових рослин спостерігали зниження їхнього рівня порівняно до контролю за наявності різних концентрацій солі хрому в субстраті приблизно на 37 %. Відсутність змін рівня карбонільних груп білків на початкових етапах онтогенезу може бути зумовлене ефективною дією антиоксидантної системи в стресових умовах, а зниження їхнього вмісту на 15 добу росту гороху – посиленням процесів деградації.

Таблиця

Вміст ТБК-активних продуктів та карбонільних груп білків у листках гороху за дії біхромату калію в різних концентраціях

Варіант досліду	Концентрація ТБКАП, нмоль/г сирої маси	Вміст КБ, нмоль/мг білка
5-ти добові рослини		
Контроль	**59,0 ± 7,8**	**2,28 ± 0,28**
0,001 мМ $K_2Cr_2O_7$	**58,4 ± 6,8**	**2,64 ± 0,30**
0,01 мМ $K_2Cr_2O_7$	**72,0 ± 6,0**	**1,98 ± 0,07**
0,1 мМ $K_2Cr_2O_7$	**79,6 ± 2,5***	**2,34 ± 0,13**
10-ти добові рослини		
Контроль	**51,0 ± 2,6**	**1,90 ± 0,15**
0,001 мМ $K_2Cr_2O_7$	**40,7 ± 3,9*#**	**1,85 ± 0,11#**
0,01 мМ $K_2Cr_2O_7$	**63,2 ± 1,7***	**2,04 ± 0,21**
0,1 мМ $K_2Cr_2O_7$	**66,6 ± 3,2*#**	**1,86 ± 0,30**
15-ти добові рослини		
Контроль	**42,1 ± 3,9#♣**	**2,15 ± 0,20**
0,001 мМ $K_2Cr_2O_7$	**46,3 ± 3,6**	**1,55 ± 0,19*#**
0,01 мМ $K_2Cr_2O_7$	**45,2 ± 5,2#♣**	**1,56 ± 0,08*#♣**
0,1 мМ $K_2Cr_2O_7$	**50,5 ± 7,4#♣**	**1,57 ± 0,19*#**

Примітка. *Вірогідно відмінне від відповідного контрольного значення (без біхромату калію), #від відповідних значень на 5-ту добу та ♣від відповідних значень на 10-ту добу з $P < 0,05$, (n=4).

У відповідь на дію різних несприятливих чинників, зокрема іонів хрому, у клітинах суттєво зростає вміст ТБК-активних сполук, які є одними з кінцевих продуктів перекисного окислення ліпідів (ПОЛ) і слугують показником інтенсивності окислювальних процесів, зумовлених АФК [4, 8, 11, 17]. У нашому експерименті на 5 добу росту вміст ТБКАП у рослин, вирощених в присутності 0,1 мМ біхромату калію був у 1,3 рази вищий, порівняно з контролем. Спостерігалася тенденція до зростання вмісту ТБКАП зі збільшенням концентрації солі в середовищі. У 10-ти добових рослин за наявності 0,01 та 0,1 мМ біхромату калію вміст ТБКАП був на 24 і 30 % вищий, порівняно з таким у контролі. Отримані результати свідчать про те, що під впливом високих концентрацій іонів важких металів у середовищі послаблюються адаптаційні можливості рослин гороху і посилюється вільнорадикальне окислення. Зростання вмісту ТБКАП на 10 добу росту показано також іншими дослідниками на проростках кукурудзи [27]. У 15-ти добових рослин наявність солі хрому в середовищі росту не викликало достовірних змін даного показника. При цьому відбувалося зниження рівня ТБКАП зі збільшенням віку рослин. Відсутність різкої зміни інтенсивності процесів ПОЛ може свідчити про те, що стресова дія в цих умовах не вийшла за межі фізіологічних реакцій, а адаптивні механізми клітин контролюють розвиток окислювальних процесів [4].

У захисті рослин від стресу, викликаного важкими металами, важливе значення відіграють ферменти антиоксидантного захисту, такі як каталаза і гваяколпероксидаза [25]. Попередні дослідження показали підвищення активності каталази за надлишку іонів хрому в середовищі у рослин вігни [18] та базиліку [16]. Однак нами не виявлено відмінності у активності каталази за дії різних концентрацій біхромату калію у 5-ти і 10-ти та 15-ти добових рослин гороху (рис, А). У 15-ти добових проростків практично у всіх досліджуваних варіантах спостерігали підвищення активності каталази відносно попередніх 5 і 10 діб росту. Попередні дослідження показали, що у проростків рису хром зумовлював як індукцію, так і інгібування активності каталази [25, 26].

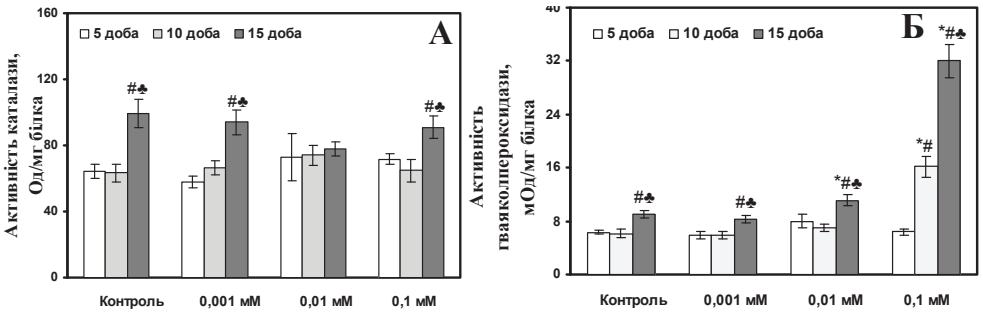


*Рис. Активність каталази (А) та гваяколпероксидази (Б) у листках гороху при дії біхромату калію в різних концентраціях. *Вірогідно відмінне від відповідного контролю, #від відповідних значень на 5-ту добу та ♣від відповідних значень на 10-ту добу з P < 0,05, (n=4).*

ГПО є одним з ферментів, задіяних у регуляції окисно-відновного балансу в рослинних тканинах за дії екзогенних індукторів оксидативного стресу та пошкоджуючих чинників [13]. Показано, що на 5 добу росту не відбувалось змін у активності даного ферменту за дії біхромату калію (рис, Б). Однак, у 10-ти добових рослин, вирощених в присутності 0,1 мМ біхромату калію, активність ГПО була у 2,6 рази вищою за таку в контролі. У 15-ти добових рослин, вирощених у середовищі з концентрацією біхромату калію 0,01 та 0,1 мМ активність ГПО була у 1,2 і 3,5 рази відповідно вищою, порівняно з такою у контролі. Отримані результати узгоджуються з результатами інших вчених при дослідженні впливу різних концентрацій хрому на проростки кукурудзи [27] та базиліку [16]. Підвищення активності ГПО у даному експерименті може свідчити про те, що цей фермент одним з перших реагує на дію біхромату калію. Ймовірно, у гороху за використаних нами умов ГПО відігравала ключову роль у знешкодженні АФК, здійснюючи при цьому компенсаторну функцію в умовах відсутності змін активності каталази. Окрім того, відсутність реакції антиоксидантних ферментів каталази і ГПО у 5-ти добових проростків гороху за дії солі хрому може бути зумовлена початковим накопиченням хрому коренями рослин. Менше накопичення хрому на початкових етапах росту у надземній частині порівняно з коренями показано і на проростках базиліку [16] та ячменю [10].

Висновки

Проведені дослідження показали, що надлишок солі хрому в середовищі веде до посилення вільнорадикальних процесів, а саме призводить до збільшення вмісту ТБКАП у листках гороху за наявності 0,01 та 0,1 мМ біхромату калію у субстраті.

Наявність біхромату калію в середовищі не впливала на активність каталази за використаних умов, однак призводила до зростання активності ГПО за дії 0,01 та 0,1 мМ біхромату калію, що вказує на функціонування компенсаторних механізмів.

Список використаної літератури

1. *Біланич М. М.* Сучасний стан дослідження впливу важких металів на рослинний світ / М. М. Біланич // Вісник Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника: серія біологія. – 2008. – Вип. 12. – С. 161–174.
2. *Денчиля-Сакаль Г. М.* Реакції рослин конюшини на забруднення ґрунту солями цинку / Г. М. Денчиля-Сакаль, В. І. Ніколайчук, А. В. Колесник, М. М. Вакерич // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2012. – Вип. 20, Т. 2. – С. 18–24.
3. *Прянишников Д. Н.* Агрохимия. – М.: Сельсхозгиз, 3 изд., 1940. – 644 с.
4. *Щербаченко О. І.* Вплив іонів важких металів на ростові та фізіолого-біохімічні реакції піщаних і водних культур моху *Drepanocladus aduncus* (Hedw.) warnst / О. І. Щербаченко // Біологічні студії. – 2012. – Т. 6, № 2. – С. 179–188.
5. *Яковлєва С. О.* Вплив Cr^{6+}у середовищі вирощування на ріст коренів та активність в них нітратредуктази у чорнобривців прямостоячих і календули лікарської / С. О. Яковлева // Вісн. Запорізьк. держ. у-ту. – 1998. – № 1. – С. 1–3.
6. *Aebi H.* Catalase in vitro / H. Aeby // Methods Enzym. – 1984. – Vol. 105. – P. 121–126.

7. *Ali M. B.* Effects of temperature on oxidative stress defense systems, lipid peroxidation and lipoxygenase activity in *Phalaenopsis* / M. B. Ali, E. J. Hahn, K. Y. Paek // Plant Physiol. Bioch. − 2005. − Vol. 43. − P. 213−223.
8. *Antioxidant* response system and chlorophyll fluorescence in chromium (VI)-treated Zea mays L. seedlings / J. Zou., K. Yu., Z. Zhang [et al.] // Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica. – 2009. – Vol. 51, N 1. – P. 23–33.
9. *Bradford M. M.* A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding / M. M. Bradford // Analyt. Biochem. − 1976. − Vol. 72. − P. 289−292.
10. *Changes* induced by two chromium-containing compounds in antioxidative response, soluble protein level and amylase activity in barley seedlings / Z. Olteanu, L. Oprica, E. Truta [et al.] // Analele Stiintifice ale Universitatii» Alexandru Ioan Cuza» din Iasi Sec. II a. Genetica si Biologie Moleculara – 2012. – Vol. 13, N. 3 – P. 41–47.
11. *Chromium* effects on free radical processes in goldfish tissues: comparison of Cr(III) and Cr(VI) exposures on oxidative stress markers, glutathione status and antioxidant enzymes / O. I. Kubrak, O. V. Lushchak, J. V. Lushchak [et al.] // Comparative Biochemistry and Physiology, Part C. – 2010. – Vol. 152. – P. 360–370.
12. *Chromium-induced* physio-chemical and ultrastructural changes in four cultivars of *Brassica napus* L. / R. A. Gill, L. Zang, B. Ali [et al.] // Chemosph. − 2015. − Vol. 120. − P. 154−164.
13. *Cosio C.* Specific functions of individual class III peroxidase genes / C. Cosio, C. Dunand // J. Exp. Bot. − 2009. − Vol. 60. − P. 391−408.
14. *Determination* of carbonyl groups in oxidatively modified of proteins by reduction with tritiated sodium borohydride / A.-G. Lenz, U. Costabel, S. Shaltiel, R. L. Levine // Analyt. Biochem. − 1989. − Vol. 177. − P. 419−425.
15. *Dixit V*. Chromium ions inactivate electron transport and enhance superoxide generation in vivo in pea (*Pisum sativum* L. cv. Azad) root mitochondria / V. Dixit, V. Pandey, R. Shyam // Plant, Cell & Environment. − 2002. − Vol. 25, N 5. − P. 687–693.
16. *Effect* of chromium accumulation on photosynthetic pigments, oxidative stress defense system, nitrate reduction, proline level and eugenol content of *Ocimum tenuiflorum* L. / V. Rai, P. Vajpayee, S. N. Singh, S. Mehrotra // Plant Sci. − 2004. − Vol. 167, N 5. − P. 1159−1169.
17. *Effect* of chromium and nitrogen form on photosynthesis and anti-oxidative system in barley / S. Ali, M. A. Farooq, M. M. Jahangir [et al.] // Biol. Plantarum. – 2013. – Vol. 57, N 4. – P. 758–763.
18. *Effect* of chromium and tannery effluent toxicity on metabolism and growth in cowpea (*Vigna sinensis* L. Saviex Hassk) seedling / K. Nath, S. Shyam, D. Singh, Y. K. Shanna // Res. Environ. Life Sci. – 2008. – Vol. 1. – P. 91–94.
19. *Gangwar S.* Indole acetic acid differently changes growth and nitrogen metabolism in Pisum sativum L. seedlings under chromium (VI) phytotoxicity: implication of oxidative stress / S. Gangwar, V. P. Singh // Scientia horticulturae. − 2011. − Vol. 129, N 2. − P. 321–328.
20. *Ghamsari L.* Kinetics properties of guaiacol peroxidase activity in *Crocus sativus* L. corm during rooting / L. Ghamsari, E. Keyhani, S. Golkhoo // Iran. Biomed. J. − 2007. − Vol. 11. − P. 137−146.
21. *Glutathione* peroxidase, superoxide dismutase, and catalase inactivation by peroxides and oxygen derived free radicals / E. Pigeolet, P. Corbisier, A. Houbion [et al.] // Mech. Ageing Dev. − 1990. − Vol. 51. − P. 283−297.
22. *Heath R. L.* Photoperoxidation in isolated chloroplast. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation / R. L. Heath, L. Packer // Archi. Biochem. Biophys. − 1968. − Vol. 125. − P. 180−198.
23. *Inactivation* of genes, encoding tocopherol biosynthetic pathway enzymes results in oxidative stress in outdoor grown Arabidopsis thaliana / N. M. Semchuk, O. V. Lushchak, J. Falk [et al.] // Plant Physiol. Bioch. − 2009. − Vol. 47. − P. 384−390.
24. *Møller I. M*. Oxidative modifications to cellular components in plants / I. M. Møller, P. E. Jensen, A. Hansson // Annu. Rev. Plant Biol. − 2007. − Vol. 58. − P. 459−481.
25. *Panda S. K.* Antioxidant efficiency in rice (*Oryza sativa* L.) leaves under heavy metal toxicity / S. K. Panda, M. H. Khan // J. Plant Biol. – 2003. – Vol. 30, N 1. – P. 23–30.
26. *Panda S. K.* Chromium stress in plants / S. K. Panda, S. Choudhury // Braz. J. Plant Physiol. – 2005. – Vol. 17, N 1. – P. 95–102.
27. *Responses* of the maize plant to chromium stress with reference to antioxidation activity / S. Maiti, N. Ghosh, C. Mandal [et al.] // Braz. J. Plant Physiol. – 2012. – Vol. 24, N 3. – P. 203–212.
28. *The effect* of potassium dichromate on free radical processes in goldfish: possible protective role of glutathione / O.V. Lushchak, O.I. Kubrak, M.Z. Nykorak [et al.] // Aquat. Toxicol. – 2008. – Vol. 87. – P. 108–114.

Стаття надійшла до редакції 29.05.2015

У. Я. Стамбульская
ГВУЗ «Прикарпатский национальный университет имени Васыля Стефаныка», кафедра биохимии и биотехнологии, ул. Шевченко, 57, Ивано-Франковск, 76018, Украина

ВЛИЯНИЕ БИХРОМАТА КАЛИЯ В СРЕДЕ ВЫРАЩИВАНИЯ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ ГОРОХА

Резюме
Изучено влияние бихромата калия на некоторые биохимические показатели верхних листьев растений гороха сорта Альфа. Выращивание гороха при наличии соли хрома приводит к интенсификации свободнорадикальных процессов, о чем свидетельствует увеличение содержания ТБК-активных продуктов (ТБКАП). Однако повышение активности гваяколпероксидазы указывает на функционирование компенсаторных механизмов.
Ключевые слова: горох, хром, антиоксидантные ферменты.

U. Ya. Stambulska
Department of Biochemistry and Biotechnology, Precarpathian National University named after Vasyl Stefanyk, 57 Shevchenko Str., Ivano-Frankivsk 76018, Ukraine.

EFFECT OF POTASSIUM DICHROMATE IN THE ENVIRONMENT ON BIOCHEMICAL PARAMETERS OF PEA PLANTS

Abstract
The aim of this study was to investigate the intensity of free radical processes in pea plants exposed to different concentrations of potassium dichromate.
Pea plants (*Pisum sativum* L.) were grown on the sand which contain potassium dichromate $K_2Cr_2O_7$ in concentrations of 0.001, 0.01 and 0.1 mM per kg of substrate. Plants leaves were harvested on the 5th, 10th and 15th days of growth. The concentration of carbonyl protein groups and thiobarbituric acid reactive substance (TBARS), catalase and guaiacole peroxidase activity were measured in apical leaves. The level of protein carbonyls was not changed in the apical leaves of pea as compared with controls in all experimental groups. Pea plants growing in the presence of potassium dichromate resulted to intensification of free radical processes as evidenced by the increased thiobarbituric acid reactive substance. The activity of catalase did not change in leaves of plant exposed to potassium dichromate. Guaiacole peroxidase activity increased by 1.2 and 3.5 fold in plant grown in the presence of 0.01 and 0.1 mM potassium dichromate, respectively as compared to control. It can be suggested that guaiacole peroxidase play an important role in plant protection from potassium dichromate toxicity.
Keywords: pea, chromium, antioxidant enzymes.

УДК 581.9(477.74) **DOI 10.18524/2077-1746.2015.2(37).54912**

О. М. Попова[1], к.б.н., доцент,
І. В. Абрашкіна[2], вчитель-методист,
Т. С. Буракова[1], студентка
[1]Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра ботаніки
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна
[2]Загальноосвітня школа № 2
вул. Бендерська, 28, Ізмаїл, Одеська обл., 68600 Україна

ДЕНДРОФЛОРА ІЗМАЇЛЬСЬКОЇ ФОРТЕЦІ (М. ІЗМАЇЛ, ОДЕСЬКА ОБЛАСТЬ, УКРАЇНА)

Проаналізовано видовий склад деревних та напівдеревних рослин, які зростають на території фортеці. Наведено список дендрофлори, який охоплює 67 видів з 51 роду та 31 родини. Провідними родинами є *Rosaceae* та *Oleaceae*, провідними родами – *Acer* та *Tilia.* Дерев у 1,6 рази більше, ніж кущів. Частка адвентивних для України видів становить 63 %. Рослини мають різноманітні корисні властивості, інформацію про які слід використовувати в екскурсійній діяльності на території фортеці. Знайдено 3 види, занесені до Червоного списку МСОП, стан яких у природних місцезростаннях (поза межами України) наближується до загрозливого (*Aesculus hippocastanum*, *Juglans regia, Platycladus orientalis)*. Також зафіксовано 13 видів, які в Україні є спонтанними адвентофітами, з них 4 види з високою інвазійною спроможністю та два види-трансформери.

Ключові слова*: дендрофлора, Ізмаїл, Одеська область*

Вивчення рослинного покриву територій міст, дослідження його сучасного стану та тенденцій змін є актуальними проблемами сучасності. Суттєвим компонентом рослинного світу урбанізованих територій є деревна рослинність. Деревні насадження у населених пунктах покращують мікроклімат, виконують значну санітарно-гігієнічну, естетичну, освітньо-виховну, пізнавальну, а часто і історико-культурну функції. Особливо це відчувається на півдні України, де практично всі деревостани мають штучне походження. Вивчення різноманітності деревних рослин, які зростають у жорстких кліматичних умовах, де немає природного лісу, дозволяє уточнити асортимент видів, рекомендованих для озеленення у відповідних кліматичних районах, особливо в умовах глобальних змін клімату.

Особливої уваги на території міст заслуговують історичні пам’ятки, які потребують всебічного вивчення, в тому числі і рослинного світу. Одними з таких пам’яток є фортеці, які на півдні України дали початок сучасним містам і є найбільш старими урбанізованими територіями міст. Якщо ліхенофлора фортець вивчається досить активно, то дослідженнями видового складу судинних рос-

© О. М. Попова, І. В. Абрашкіна, Т. С. Буракова, 2015

лин охоплена значно менша кількість фортець. Нам вдалося знайти інформацію про вивчення флористичного різноманіття лише деяких фортець Північного Заходу Росії [6–9].

Ізмаїльська фортеця розташована на лівому березі Кілійського рукава р. Дунай, у південно-західній частині сучасного міста Ізмаїл на площі 170 га. Вона має більше ніж 200-річну історію. До нашого часу сама фортеця не збереглася, у зв'язку з тим, що після російсько-турецької війни 1853–1856 рр. за умовами Паризького мирного договору її вали та інші укріплення були підірвані і зриті. Але тут збереглися пам'ятки воєнної і культової архітектури XVI–XIX ст. (мечеть пророка Мухамеда, яка є єдиною майже повністю збереженою пам'яткою османської храмової архітектури у всьому Північно-Західному Причорномор'ї, Успенська, Миколаївська церкви), залишки господарських, культових, жилих комплексів (під шаром ґрунту), численні військові і цивільні поховання. Історичну цінність має і природний ландшафт, який частково зберігся з XVIII ст. [2, 10, 15]. Зараз територія Ізмаїльської фортеці є пам'яткою історії і археології. Тут існує Меморіальний парк-музей «Фортеця»; у приміщенні мечеті пророка Мухамеда розміщена діорама «Штурм фортеці Ізмаїл», яка включена у туристичні маршрути півдня України та програму міжнародного круїзу по Дунаю «Від Альп до Чорного моря». Співробітниками парку-музею розроблений текст історичної екскурсії по території фортеці [10]. Доцільним видається врахування у туристичних маршрутах і особливостей зеленого вбрання території.

Останнім часом пам'ятку археології «Культурний шар Ізмаїльської фортеці» пропонується визначати як комплексну пам'ятку археології, історії, архітектури та містобудування [2]. До поняття містобудування входить і благоустрій території, складовою якого є зелені насадження.

Таким чином, вивчення рослинного світу Ізмаїльської фортеці є актуальним з різних позицій. Але до цього часу він не вивчався. Тому метою даної роботи було визначення сучасного різноманіття деревних рослин фортеці Ізмаїл. Завдання включали систематичний, біоморфологічний, географічний, господарський, созологічний аналіз дендрофлори та виявлення видів, які становлять біологічне забруднення.

Місце та методика досліджень

За геоботанічним районуванням України місто Ізмаїл знаходиться в Дунайсько-Дністровському окрузі злакових та полиново-злакових степів і плавнів, що входить до складу Чорноморсько-Азовської степової підпровінції Понтичної степової провінції Степової підобласті (зони) Євразійської степової області [11].

Ґрунтовий покрив території представлений чорноземами південними слабогумусованими міцелярно-висококарбонатними пилувато-середньосуглинковими на лесових суглинках [3].

Клімат району посушливий, з нестійкою зимою та жарким літом, недостатніми опадами. За агрокліматичним районуванням України, територія відноситься до суворо посушливої агрокліматичної зони з гідротермічним коефіцієнтом 0,5–0,7, сумою активних температур 3000–3700 °С, кількістю опадів 415 мм на рік, 200–280 мм – за теплий період року, тривалістю періоду активної вегетації рослин 175–190 днів, тривалістю безморозного періоду на поверхні ґрунту 155–210 днів. Запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на початку вегетації становлять 110–160 мм, наприкінці вегетації – 50–90 мм. При цьому повторюваність атмосферної помірної посухи становить 44–55 днів на рік, суворої – 20–40 днів, також спостерігаються суховії у кількості 1–20 днів за рік [11].

Обстеження загальнодоступної території фортеці Ізмаїл проведено восени 2014 р. маршрутним методом. Обсяг дендрофлори розглядався відповідно до основних літературних джерел [1, 4]. До обліку включені рослини віком більше ніж 20 років, у зв'язку з тим, що значна кількість насаджених останніми роками дерев і кущів масово відмирають через брак догляду (поливу). Види рослин визначали за відповідною літературою [1, 12, 17, 18]. Наукові назви рослин та обсяг родин наведені за відомим чеклістом [20], українські назви видів – за визначником [4] та М.А. Кохном [12]. Життєві форми визначали за власними спостереженнями. Ареал кожного виду, встановлений за літературними даними, був віднесений до певних флористичних областей відповідно до флористичного районування Земної кулі [16]. Охоронний статус видів виявляли відповідно Червоної книги України [19] та бази даних Червоного списку Міжнародного союзу охорони природи (МСОП) версії 2015 року [21]. Синантропні, адвентивні види, види з особливо високою інвазійною спроможністю, види-трансформери встановлювали за літературними даними [13, 14].

Результати досліджень

При обстеженні території фортеці Ізмаїл було зафіксовано 67 видів деревних та напівдеревних рослин, які відносяться до 51 роду і 31 родини, двох класів та двох відділів вищих рослин. Це значно більше, ніж на території 11 фортець Північного Заходу Росії [6–9]. Це можна пояснити активною діяльністю людини зі створення зелених насаджень в Ізмаїльській фортеці та її значно більшою площею. Нижче наводимо перелік знайдених видів.

1. *Acer monspessulanum* L. – Клен трилопатевий
2. *Acer negundo* L. – Клен ясенолистий
3. *Acer platanoides* L. – Клен гостролистий
4. *Acer pseudoplatanus* L. – Клен несправжньоплатановий
5. *Acer tataricum* L. – Клен татарський
6. *Aesculus hippocastanum* L. – Гіркокаштан звичайний
7. *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle – Айлант найвищий

8. *Amorpha fruticosa* L. – Аморфа кущова
9. *Berberis vulgaris* L. – Барбарис звичайний
10. *Betula pendula* Roth – Береза повисла
11. *Buxus sempervirens* L. – Самшит вічнозелений
12. *Campsis radicans* (L.) Seems – Кампсис повзучий
13. *Celtis occidentalis* L. – Каркас західний
14. *Cerasus avium* (L.) Moench – Черешня
15. *Cerasus vulgaris* Mill. – Вишня звичайна
16. *Clematis jackmannii* Moore – Ломиніс Жакмана
17. *Cotinus coggygria* Scop. – Скумпія звичайна
18. *Elaeagnus angustifolia* L. – Маслинка вузьколиста
19. *Forsythia suspensa* (Thunb.) Vahl – Форзиція плакуча
20. *Forsythia viridissima* Lindl. – Форзиція зелена
21. *Fraxinus excelsior* L. – Ясен звичайний
22. *Fraxinus lanceolata* Borkh. – Ясен ланцетний
23. *Gleditsia triacanthos* L. – Гледичія колюча
24. *Hedera helix* L. – Плющ звичайний
25. *Hibiscus syriacus* L. – Гібіск сірійський
26. *Hydrangea arborescens* L. – Гортензія деревовидна
27. *Juglans regia* L. – Горіх грецький
28. *Juniperus virginiana* L. – Яловець віргінський
29. *Ligustrum vulgare* L. – Бирючина звичайна
30. *Lonicera periclymenum* L. – Жимолость витка
31. *Lonicera tatarica* L. – Жимолость татарська
32. *Lycium barbarum* L. – Повій звичайний
33. *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt. – Магонія падуболиста
34. *Malus domestica* Borkh. – Яблуня домашня
35. *Morus alba* L. – Шовковиця біла
36. *Persica vulgaris* Mill. – Персик звичайний
37. *Philadelphus microphyllus* Gray – Садовий жасмин дрібнолистий
38. *Picea abies* (L.) H. Karst. – Ялина європейська
39. *Pinus pallasiana* D. Don – Сосна кримська
40. *Platanus occidentalis* L. – Платан західний
41. *Platycladus orientalis* (L.) Franco – Широкогілочник східний
42. *Populus* x *canadensis* Moench – Тополя канадська
43. *Prunus divaricata* Ledeb. – Слива розлога, алича
44. *Prunus domestica* L. – Слива домашня
45. *Robinia pseudoacacia* L. – Робінія звичайна
46. *Rosa chinensis* Jacq. – Троянда китайська
47. *Rubus caesius* L. – Ожина сиза
48. *Rubus idaeus* L. – Малина звичайна
49. *Salix alba* L. – Верба біла

50. *Salix fragilis* L. – Верба ламка
51. *Salix matsudana* Koidz. – Верба Матсудина
52. *Sambucus nigra* L. – Бузина чорна
53. *Sophora japonica* L. – Софора японська
54. *Sorbus aucuparia* L. – Горобина звичайна
55. *Spiraea* x *vanhouttei* (Briot) Zabel – Таволга Вангутта
56. *Swida australis* (C.A. Mey.) Pojark. ex Grossh. – Свидина південна
57. *Syringa vulgaris* L. – Бузок звичайний
58. *Tamarix ramosissima* Ledeb. – Тамарикс галузистий
59. *Tilia begoniifolia* Steven – Липа бегонієлиста
60. *Tilia cordata* Mill. – Липа серцелиста
61. *Tilia europaea* L. – Липа європейська
62. *Tilia tomentosa* Moench – Липа повстиста
63. *Ulmus laevis* Pall. – В'яз гладкий
64. *Ulmus pumila* L. – В'яз низький
65. *Viburnum opulus* L. – Калина звичайна
66. *Vinca minor* L. – Барвінок малий
67. *Yucca smalliana* Fernald – Юкка Смолла

Відміною Ізмаїльської фортеці від фортець Північного Заходу Росії є також незначна частка спонтанних видів (7,5 % проти 44,7–100,0 % [6–9]), що пояснюється її розташуванням у степовій зоні, у той час як фортеці, з якими проводиться порівняння, побудовані у лісовій, навіть тайговій, зоні. Найбільша кількість видів входить до складу родин *Rosaceae* (11 видів), *Oleaceae* (6) та *Aceraceae* (5 видів); три родини мають по 4 види (*Caprifoliaceae, Salicaceae, Tiliaceae)*; дві – по три види (*Fabaceae, Ulmaceae*); ще чотири – по два види (*Berberidaceae, Cupressaceae, Hydeangeaceae, Pinaceae*) та 20 родин є одновидовими. Провідними родами є *Acer* з 5 та *Tilia* – з 4 видами.

Аналіз життєвих форм виявив на дослідженій території 39 дерев, 24 кущі та 4 напівкущів, тобто дерев у 1,6 разів більше, ніж кущів (рис. 1). Напівкущами є *Clematis jackmannii, Rubus caesius, R. idaeus* та *Vinca minor*.

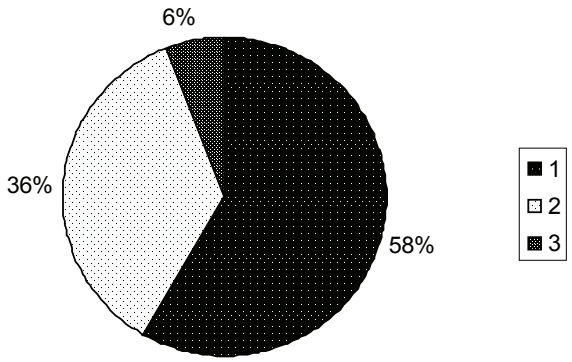


Рис. 1. Спектр життєвих форм дендрофлори Ізмаїльської фортеці. Умовні позначення: 1 – дерева, 2 – кущі, 3 – напівкущі

Географічний спектр дендрофлори свідчить про переважання циркумбореальних видів (табл. 1), також помітна участь середземноморських, ірано-

туранських та американських рослин. Східноазійських видів вдвічі менше, ніж середземноморських та ірано-туранських, що, за нашими даними, є відміною від багатьох інших об'єктів озеленення, де східно-азійські та атлантично-північно-американські види переважають середземноморські та ірано-туранські.

Таблиця 1

Географічний спектр дендрофлори Ізмаїльської фортеці

Флористичні області [16]	Кількість видів	Частка від загальної кількості видів, %
Голарктичне царство		
Циркумбореальна	26	38,8
Східно-Азійська	8	11,9
Атлантично-Північно-Американська	12	17,9
Скелястих гір	1	1,5
Середземноморська	17	25,4
Ірано-Туранська	17	25,4
Мадреанська	2	3,0
Палеарктичне царство		
Гвінео-Колголезьська	1	1,5
Індійська	1	1,5

Найбільший інтерес у туристів викликає практичне значення рослин. Виявлено, що всі деревні рослини Ізмаїльської фортеці є декоративними і можуть використовуватися при озелененні місцевості. Лікарські властивості мають 52 видів (77,6 %). Досить багато у фортеці медоносних (38 види, 56,7 %), кормових (29 види, 43,3 %), харчових (27 види, 40,3 %), олійних (25 вид, 37,3 %), видів. Помітна участь рослин з вітамінними (22 види, 32,8 %), дубильними та фарбувальними (по 20 видів, 29,9 %) характеристиками. Також зафіксовано 10 волокнистих (14,9 %), 9 отруйних (10,0 %) та 3 камеденосні рослини (4,5 %). У 30 видів (44,8 %) використовується деревина. Практичне значення деяких видів дуже велике через можливість використовувати їх у багатьох напрямках (наприклад, *Betula pendula, Sorbus aucuparia, Tilia cordata*). Особливої уваги заслуговують отруйні певною мірою види, які становлять небезпеку для людини (*Aesculus hippocastanum, Ailanthus altissima, Cotinus coggygria, Hedera helix, Ligustrum vulgare, Lonicera tatarica, Lycium barbarum, Sophora japonica*).

На території Ізмаїльської фортеці серед рослин віком більше ніж 20 років видів з Червоної книги України не виявлено, але тут зростають 10 видів

(16,9 %), які занесені до Червоного списку МСОП, при цьому стан 3 видів *in situ* близький до загрозливого (NT): *Aesculus hippocastanum*, *Juglans regia, Platycladus orientalis*. Інші рослини викликають найменше занепокоєння (LC): *Betula pendula, Juniperus virginiana, Picea abies, P. pallasiana* (як *P. nigra* subsp. *pallasiana), Robinia pseudoacacia, Salix alba, Tamarix ramosissima.*

На території фортеці Ізмаїл серед штучно висаджених рослин наявні 13 адвентивних видів, які зростають спонтанно в Україні [13]. Це становить 19,4 % дендрофлори. Майже всі вони є кенофітами (занесені до України після XVI ст.). Це такі рослини, як *Acer negundo*, *Ailanthus altissima, Amorpha fruticosa, Cerasus vulgaris, Cotinus coggygria, Elaeagnus angustifolia, Magonia aguifolium, Morus alba, Prunus divaricata, Robinia pseudoacacia, Rubus idaeus, Salix fragilis* (археофіт), *Syringa vulgaris.* Чотири з них характеризуються високою інвазійною спроможністю: *Elaeagnus angustifolia* активно поширюється в усіх районах Північного Причорномор'я, *Amorpha fruticosa* – в окремих районах, *Ailanthus altissima* – вузьколокально, а *Acer negundo* – потенційно активний вид у даному регіоні. Два види – *Elaeagnus angustifolia* та *Amorpha fruticosa* також відносять до видів-трансформерів, які активно перетворюють умови існування [14]. На території фортеці зафіксовано успішне самовідновлення *Celtis occidentalis, Gleditsia triacanthos, Robinia pseudoacacia.*

Висновки

На території фортеці Ізмаїл зростає 67 видів деревних рослин, які відносяться до 51 роду та 31 родини. Провідними родинами є *Rosaceae* (11 видів) та *Oleaceae* (6 видів), провідними родами – *Acer* (5 видів) та *Tilia* (4 види).

В озелененні території переважають дерева: їх у 1,6 разів більше, ніж кущів. Напівкущі представлені чотирма видами.

Більшість видів дендрофлори має циркумбореальне походження, друге-п'яте місця займають середземноморські, ірано-туранські та американські рослини відповідно. Частка іноземних видів становить 63 %, що наближується до цифри, встановленої для південних міст України загалом (70 %) [5].

Всі представники дендрофлори фортеці характеризуються корисними властивостями. Виявлено 10 деревних видів із Червоного списку МСОП, з них три види у природних місцезростаннях мають статус, близький до загрозливого, інші занепокоєння не викликають.

У дендрофлорі Ізмаїльської фортеці зафіксовано 13 адвентивних видів, чотири з них характеризуються високою інвазійною спроможністю, два є трансформерами.

Таким чином, дендрофлора Ізмаїльської фортеці включає як особливо цінні рослини, так і потенційно небезпечні види. Перші слід охороняти, за останніми слід здійснювати постійний моніторинг. Інформацію про деревні рослини доцільно використовувати у екскурсійній діяльності на території фортеці.

Список використаної літератури

1. *Деревья* и кустарники СССР. – Т. 1 – 6. – М. – Л., Изд-во АН СССР, 1949 – 1962.
2. *Історико*-містобудівні дослідження м. Ізмаїла // Історико-містобудівні дослідження: Васильків, Вінниця, Горлівка, Ізмаїл / За ред. В.В. Вечерського. – К., НДІ пам'яткоохоронних досліджень, 2011. – С. 79–118.
3. *Карта* грунтів Української РСР. Одеська область. – К.: Ін-т «Укрземпроект», 1973. – 1 к. (М 1:200 000).
4. *Кохно М. А.* Каталог дендрофлори України / М. А. Кохно. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 72 с.
5. *Кохно М. А.* Дендрофлора міст півдня України / М. А. Кохно, С. І. Кузнецов, О. К. Дорошенко, П. Я. Чуприна, А.О. Пасічний // Укр. ботан. журн. – 1983. – Т. 40, № 5. – С. 12–14.
6. *Малышева Н. В.* Растения средневековых крепостей северо-запада России. 1. Крепости Ленинградской области / Н. В. Малышева // Ботан. журн. – 1999. – Т. 84, № 10. – С. 46–58.
7. *Малышева Н. В.* Растения средневековых крепостей северо-запада России. 2. Псковский и Новгородский кремли / Н. В. Малышева // Ботан. журн. – 2000. – Т. 85, № 10. – С. 42–52.
8. *Малышева Н. В.* Растительный мир крепости Орешек (Шлиссельбургской) и его изменения с IV по XX век / Н. В. Малышева, Г. П. Игнатьева, А. Н. Кирпичников // Краеведческие записки. Исследования и материалы. – Вып 5.– СПб.: 1997. – С. 38–50.
9. *Малышева Н. В.* Растительный мир Санкт-Петербургской (Петропавловской) крепости и его изменения за три столетия / Н. В. Малышева // Краеведческие записки. Исследования и материалы. Вып. 6. Фортификация и архитектура Петропавловской крепости. – СПб.: 1998. – С. 305–313.
10. *Мемориальный* парк-музей «Крепость» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.izmail.rada.gov.ua/sovet/images/files/park_muzey.doc 2014
11. *Національний* атлас України. Київ: ДНВП «Картографія», 2009. – 440 с.
12. *Определитель* высших растений Украины / Д. Н. Доброчаева, М. И. Котов, Ю. Н. Прокудин и др. – К.: Наук. думка, 1987. – 548 с.
13. *Протопопова В. В.* Інвазійні види у флорі Північного Причорномор'я / В. В. Протопопова, М. В. Шевера, С. Л. Мосякін, В. А. Соломаха, Т. Д. Соломаха, Т. В. Васильева, С. П. Петрик – К.: Фітосоціоцентр, 2009. – 56 с.
14. *Протопопова В. В.* Синантропная флора Украины и пути её развития / В. В. Протопопова. – К.: Наук. думка, 1991. – 204 с.]
15. *Сапожников И. В.* Здание мечети пророка Мухаммеда в Измаиле: новые факты и интерпретации / И. В. Сапожников // Материалы по археологии Северного Причерноморья. – 2009. – Вып. 9. – С. 243–268.
16. *Тахтаджян А. Л.* Флористические области Земли / А. Л. Тахтаджян. – Ленинград: Наука, 1978. – 274 с.
17. *Флора* Восточной Европы. Т. 9 – 11. – С.-Пб., 1996–2004.
18. *Флора Европейской* части СССР. – Т. 1–8. – Л. – 1974–1994.
19. *Червона* книга України. Рослинний світ / за ред. Я.П. Дідуха. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 912 с.
20. *Mosyakin S. L., Fedoronchuk M. N.* Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. Kiev: 1999. – 346 p.
21. The IUCN Red List of Threatened Species. – 2015.2. – Режим доступу: http://www.iucnredlist.org

Стаття надійшла до редакції 07.07.2015

Е. Н. Попова[1], И. В. Абрашкина[2], Т. С. Буракова[1]
[1]Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова, кафедра ботаники
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина
[2]Общеобразовательная школа № 2
ул. Бендерская, 28, Измаил, Одесская обл., 68600 Украина

ДЕНДРОФЛОРА ИЗМАИЛЬСКОЙ КРЕПОСТИ (Г. ИЗМАИЛ, ОДЕССКАЯ ОБЛАСТЬ, УКРАИНА)

Проанализирован видовой состав древесных и полудревесных растений, произрастающих на территории крепости. Приводится список дендрофлоры, охватывающий 67 видов из 51 рода и 31 семейства. Ведущими семействами явля-

ются *Rosaceae* и *Oleaceae*, ведущими родами – *Acer* и *Tilia.* Деревьев в 1.6 раза больше, чем кустарников. Доля адвентивных для Украины видов составляет 63 %. Растения характеризуются разнообразными полезными свойствами, информацию о которых следует использовать в экскурсионной деятельности на территории крепости. Найдено 3 вида, включенные в Красный список МСОП, состояние которых в естественных местах произрастания (за пределами Украины) приближается к угрожаемому (*Aesculus hippocastanum*, *Juglans regia, Platycladus orientalis)*. Также зафиксировано 13 видов, являющихся в Украине спонтанными адвентофитами, из них 4 вида характеризуются высокой инвазийной способностью, а два являются видами-трансформерами.
Ключевые слова*: дендрофлора, Измаил, крепость, Одесская область*

E. N. Popova[1], I. V. Abrashkina[2], T. S. Burakova[1]
[1]I. I. Mechnykov Odessa National University, Department of Botany
2, Dvoryanska st., Odessa, 65082, Ukraine
[2]Secondary School N 2
28, Benderska st., Izmail, Odessa region, 68600 Ukraine

DENDROFLORA OF THE IZMAIL FORTRESS (IZMAIL, ODESSA REGION)

The research was carried out by traditional methods. Species names and family volumes are by Vascular plants of Ukraine checklist (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999), life formes are by I. G. Serebryakov (1962), areas of species were classified by A. L. Takhtadzhjan (1978). 67 species from 51 genera and 31 families of the seed plants grow in the fortress. Leading families are *Rosaceae* (11 species), *Oleaceae* (6) and *Aceraceae* (5 species), leading genera are *Acer* (5 species) and *Tilia* (4 species). There are 39 trees, 24 shrubs and 4 half-shrubs, so trees by 1.6 times more than shrubs. *Clematis jackmannii, Rubus caesius, R. idaeus and Vinca minor* are half-shrubs. The proportion of exotic species for Ukraine is 63 %. Asian and mediterranean plants are dominated among them. Plants have a variety useful properties, information about them should be used in excursion activities in the fortress. We found out ten species from IUCN Red List: three are near threatened outside Ukraine (*Aesculus hippocastanum*, *Juglans regia, Platycladus orientalis)* and 7 species are at least concern *(Betula pendula, Juniperus virginiana, Picea abies, P. pallasiana* (as *P. nigra* subsp. *pallasiana), Robinia pseudoacacia, Salix alba, Tamarix ramosissima).* Also 13 species, that are spontaneous adventophytes in Ukraine were recorded, among them 12 kenophytes. Among them 4 plants are highly invasive species (*Elaeagnus angustifolia, Amorpha fruticosa, Ailanthus altissima, Acer negundo)* and two ones are species-transformers (*Elaeagnus angustifolia* and *Amorpha fruticosa)*. *Celtis occidentalis, Gleditsia triacanthos, Robinia pseudoacacia* breed successfully in fortress. Distinctive feature of the Izmail fortress is small part of the spontaneus dendroflora species (7.5 %), due to the fortress located in the steppe zone.
Keywords: dendroflora, Izmail, Odessa Region

ГЕНЕТИКА ТА МОЛЕКУЛЯРНА БІОЛОГІЯ

УДК 575.15 **DOI 10.18524/2077-1746.2015.2(37).54983**

О. М. Утевская[1], к.б.н., доцент
М. И. Чухряева[2], научный сотрудник
Р. А. Схаляхо[2], к.б.н., старший научный сотрудник
Х. Д. Дибирова[2], к.б.н., ведущий научный сотрудник
И. Э. Теучеж[2], к.б.н., научный сотрудник
А. Т. Агджоян [3], научный сотрудник
Л. А. Атраментова[1], д.б.н., профессор
Е. В. Балановская[2], д.б.н., зав. лаб.
О. П. Балановский[3], д.б.н., зав. лаб.
[1]Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина, пл. Свободы, 4, Харьков, 61022, Украина, e-mail: outevsk@yandex.ua
[2]ФГБНУ «Медико-генетический научный центр», ул. Москворечье, 1, Москва, 115478, Россия
[3]Институт общей генетики им. Н. И. Вавилова РАН, ул. Губкина, 3, Москва, 119991, ГСП-1, Россия

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ОСНОВНЫХ ГРУПП КАЗАЧЕСТВА ПО ДАННЫМ О ПОЛИМОРФИЗМЕ Y-ХРОМОСОМЫ

Основные группы казачества изучены по SNP-маркёрам Y-хромосомы. Кубанские, донские и запорожские казаки образуют единый фрагмент восточнославянского генофонда. Отсутствие или низкие частоты восточноевразийских и кавказских Y-хромосомных гаплогрупп C, O, G и J отклоняют гипотезу об участии кавказского и азиатского населения в генезе этих групп украинского и южнорусского казачеств. Генофонд терских казаков включает компоненты коренных народов Кавказа.

Ключевые слова: казаки; SNP-маркёры; Y-хромосома; гаплогруппы; генетическое расстояние.

На юге Восточной Европы сформировалось несколько групп казачества, наиболее крупными из которых являются запорожские, донские, кубанские и терские казаки. Обычно казаки, имеющие множество этнографических особенностей, рассматриваются как субэтнические группы русских или украинцев. Однако, с точки зрения популяционной генетики, до сих пор не ясно, действительно ли казаки представляют отдельные субэтнические группы, или же это «конгломератные» группы, объединённые родом деятельности.

Первоначально казаки были русскими или украинскими переселенцами, занимающими свободные земли в приграничных степных районах во времена поздней славянской экспансии в Восточной Европе. Казаки соседствовали с местными тюркоязычными группами, и ряд историков предполагает существование между ними настолько интенсивных контактов, что в итоге в их генофонд было включено больше тюркского компонента, чем славянского.

© О. М. Утевская,, И. Чухряева, Р. А. Схаляхо, Х. Д. Дибирова, И. Э. Теучеж, А. Т. Агджоян, Л. А. Атраментова, Е. В. Балановская, О. П. Балановский, 2015

Иногда казаки рассматриваются как непосредственные потомки неславянских племён, таких как хазары или черкесы. Современные казаки выделяют себя на фоне окружающего населения и нередко являются в той или иной степени эндогамными группами.

Целью данной работы было выявление генетических особенностей различных групп казачества. Это позволило оценить как степень сходства всех популяций казаков друг с другом, с украинцами и русскими, так и рассмотреть теории включения в состав казачества значительных неславянских компонентов от вливавшегося в их состав населения степей. Ключевым моментом являлось использование маркёров нерекомбинирующей части Y-хромосомы, позволяющих прослеживать отцовские линии в эволюции генофонда [6, 11]. Y-хромосомный полиморфизм восточных славян [2, 3, 5, 12], народов Кавказа [1, 4, 9], тюрков Евразии [4, 10] и других европейских народов уже исследован на высоком уровне, что даёт качественный материал для сравнения.

Материалы и методы исследования

Материалом для исследования были образцы ДНК четырёх казачьих групп (табл. 1.) Донорами биологических образцов были неродственные друг другу мужчины, предки которых до третьего поколения относились к соответствующей казачьей группе и проживали в данном районе. Участие в исследовании было добровольным. Каждый донор подписал информированное согласие на проведение исследования.

Таблица 1

Локализация исследованных популяций

Популяция	Объём выборки	Локализация выборок
Донские казаки (нижние)	151	Россия, Ростовская область, Константиновский и Усть-Донецкий районы
Донские казаки (верхние)	162	Россия, Ростовская область, Шолоховский, Боковский и Верхнедонской районы
Кубанские казаки	100	Россия, Республика Адыгея, Майкопский район
Терские казаки	133	Россия, Кабардино-Балкария, Майский и Прохладненский районы
Запорожские казаки	88	Украина, Запорожская область, г. Запорожье, Бердянский район

Выделение ДНК из донорской крови проводилось методом фенол-хлороформной экстракции. Генотипирование образцов по SNP-маркёрам (Single Nucleotide Polymorphism – однонуклеотидный полиморфизм) Y-хромосомы проводилось методом ПЦР в реальном времени (7900HT, Applied Biosystems)

с набором TaqMan зондов на 33 SNP-маркёра Y-хромосомы (Applied Biosystems): M198, P37.2, M458, M269, M78, M253, M178, M217, M33, M2, M35, M201, M285, P15, P16, P18, M406, P303, M69, M170, M223, M267, P58, M172, M67, M92, M12, P43, M242, M207, M173, M297, M70. Каждому маркёру согласно классификации Международного Консорциума по Y-хромосоме [13], соответствует определённая гаплогруппа Y-хромосомы. Классификация гаплогрупп Y хромосомы и их соответствие маркёрам приведены согласно ISOGG [www.isogg.org].

По итогам генотипирования для каждой популяции были рассчитаны частоты гаплогрупп Y-хромосомы. По частотам гаплогрупп рассчитаны генетические расстояния *d* между популяциями [8]:

$$d_{ij} = -\ln \frac{\sum_{a=1}^{l} p_{ai} \cdot p_{aj}}{\sqrt{\sum_{a=1}^{l} p_i^2 \sum_{a=1}^{l} p_j^2}},$$

где p_{ai} – частота гаплогруппы *a* в популяции *i*, p_{aj} – частота гаплогруппы *a* в популяции *j*, *l* – общее число гаплогрупп, по которым проводится сравнение.

Расчёт генетических расстояний проводился в программе GDist, разработанной в лаборатории популяционной генетики человека Медико-Генетического Центра РАМН. Чтобы рассматривать казачьи группы на общем фоне генетической изменчивости Восточной Европы, все расчёты проводились в более широком масштабе, включающем Украину, юг и центр России, Польшу, Беларусь, Прибалтику, страны Балканского полуострова, Кавказ, народы Поволжья, центральную Европу. Для этого использована информация из базы данных Y-base, разработанной в ФГБУ «МГНЦ» РАМН. Для расчёта генетических расстояний использованы частоты следующих гаплогрупп: E1b (M35), G (M201), I1 (M253), I2a (P37.2), J (M304), N1c (M178), R1b (M269), другие суммарно. Полученные матрицы генетических расстояний были проанализированы методами многомерного шкалирования с использованием пакета программ STATISTICA 8.0. Генетические расстояния использованы также для построения соответствующих карт в программе GeneGeo [7]. Карты построены на основании генетических расстояний, рассчитанных от реперных популяций до более чем двухсот популяций Европы, Урала, Кавказа и Ближнего Востока.

Результаты и обсуждение

В большинстве казачьих групп – у донских, кубанских и запорожских казаков – основными гаплогруппами являются **R1a1a1***(M198), **I2a** (P37.2), **R1a1a1g** (M458), **N1c1** (M178), **I1** (M253) и **R1b1b2** (M269), которые встречались с частотой не менее 5 % и совместно составляли около 90 % генофонда (рис. 1). На долю остальных гаплогрупп – **C3** (M217), **E1a** (M33), **E1b1a1** (M2), **E1b1b1*** (M35), **E1b1b1a1** (M78), **G*** (M201), **G1** (M285), **G2a*** (P15),

G2a1a (P18), **G2a3a** (M406), **G2a3b1** (P303), **H** (M69), **I*** (M170), **I2a2a** (M223), **J1*** (M267), **J1c3** (P58), **J2*** (M172), **J2a3b*** (M67), **J2a3b1** (M92), **J2b** (M12), **N1b** (P43), **Q** (M242), **R*** (M207), **R1*** (M173), **R1b1a*** (M297), **T1** (M70) – суммарно приходилось менее 10 %. Такой спектр и частоты гаплогрупп в целом характерны для восточных славян, определяющих генетический ландшафт юга Восточной Европы [5].

Примечательно, что «восточно-евразийские» гаплогруппы C (M130) и O (M175), широко распространённые в азиатских степях, практически отсутствуют в перечисленных казачьих, равно как русских и украинских [2, 5, 12], популяциях. «Кавказские» Y-хромосомные гаплогруппы G и J не были распространены среди исследованных потомков запорожских, донских и кубанских казаков, что не подтверждает гипотезу об активном участии кавказского населения в генезе украинского и южнорусского казачества. Частоты Y-хромосомных гаплогрупп в основных казачьих группах очень близки к аналогичным частотам в украинских и южнорусских популяциях, которые являются их географическими соседями.

Исключением были терские казаки, у которых частоты гаплогрупп R1a1a1*(M198) и I2a (P37), типичных для украинцев и русских [2, 5, 12], были соответственно в полтора и два раза ниже, а частоты минорных для украинцев и русских гаплогрупп G2a3b1 (P303) и G2a1a (P18), распространённых на Северном Кавказе [9], были существенно повышены.

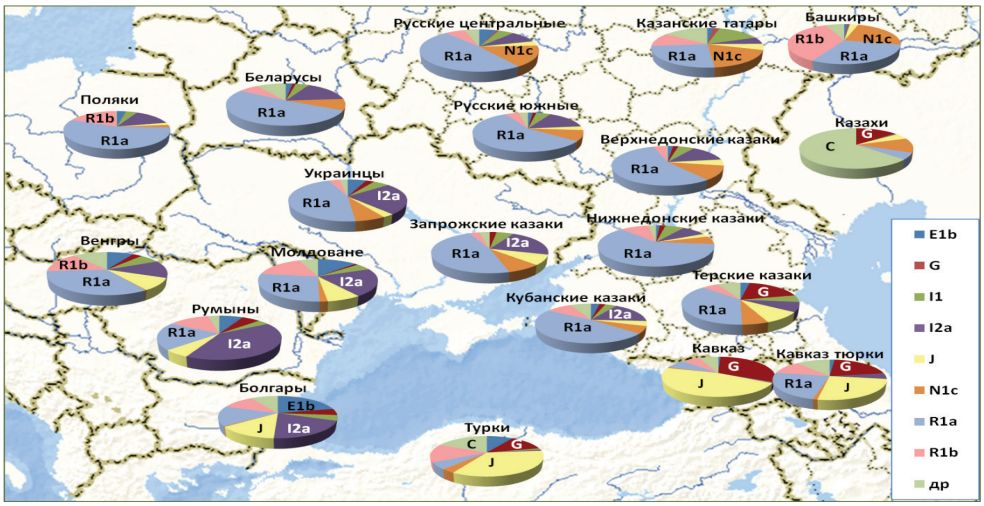


Рис. 1. Частотное распределение гаплогрупп Y хромосомы в популяциях Восточной Европы

Для понимания места казачьих популяций на восточноевропейском генетическом ландшафте, восточноевропейские популяции были сгруппированы на основании их генетического сходства (парные генетические расстояния d)

методом многомерного шкалирования (рис. 2). В целом казачьи популяции дистанцированы от кавказских групп, тюрков (в том числе казахов), финно-угорских народов, балтов, южных славян и центрально-европейских популяций. Генофонд запорожских, кубанских и донских казаков образует единый южный фрагмент восточнославянского генофонда, что согласуется с историческими сведениями об их происхождении. На картах генетических расстояний (рис. 3) видно, что область наибольшего генетического сходства для этих трёх групп охватывает Украину, южные области европейской части России, Беларусь, Польшу, Словакию (генетические расстояния d < 0,07). При этом, запорожские казаки оказываются более близки к украинским популяциям (рис. 3А), донские – к южнорусским (рис. 3Б), в то время как область сходства для кубанских казаков (рис. 3В) представляет переходный вариант по сравнению с запорожской и донской группами.

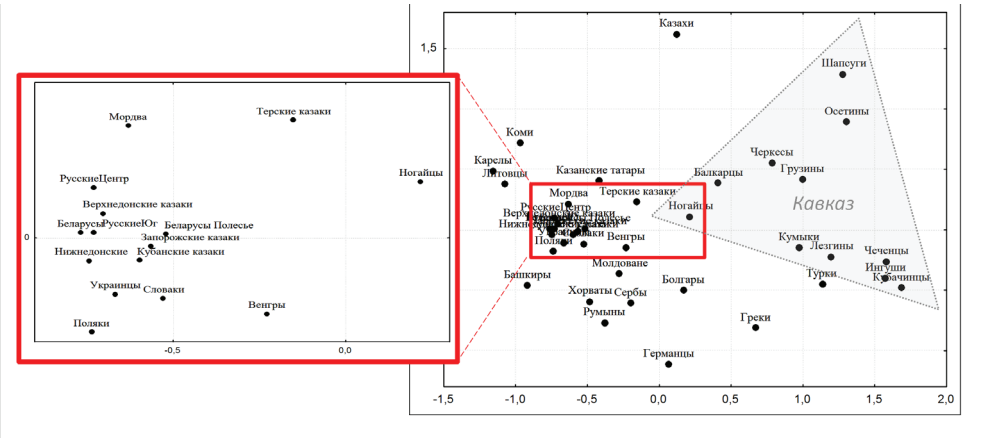


Рис. 2. Сходство популяций Восточной Европы по гаплогруппам Y хромосомы

Генофонд терских казаков занимает обособленное положение, несколько дистанцируясь от остальных казачьих групп и тяготея к кавказским тюркоговорящим популяциям – ногайцам и балкарцам (рис. 2). Такое сближение обусловлено резко повышенными частотами «кавказских» гаплогрупп в генофонде терских казаков (рис. 1), что указывает на ассимиляцию терским казачеством мужского коренного населения Северного Кавказа. Об аналогичных результатах сказано в работе [9], содержащей сравнительный анализ генофондов ряда народов Кавказа с народонаселением Европы и Передней Азии – по результатам исследования терские казаки вошли в основной кавказский кластер. Область наибольшего генетического сходства для терских казаков сильно редуцирована по сравнению с остальными группами и ограничивается Приазовьем (рис. 3Г).

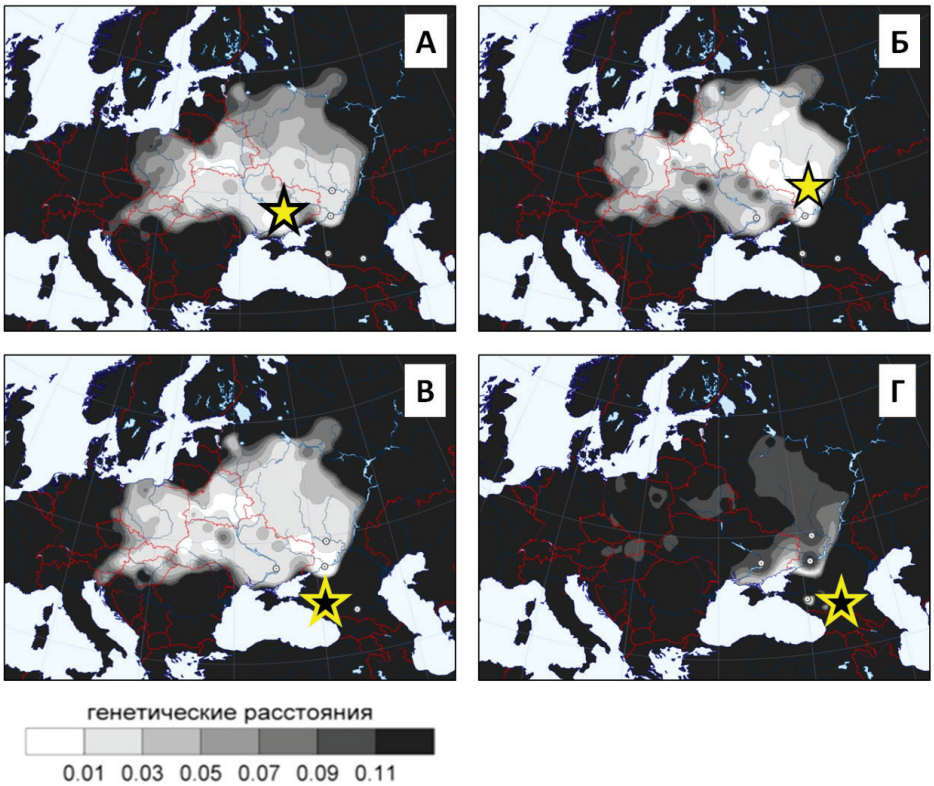


Рис. 3. Карты генетических расстояний от запорожских (А), верхнедонских (Б), кубанских (В), терских (Г) казаков (по данным о частотах гаплогрупп Y-хромосомы). Реперные популяции обозначены звездочками. Светлые тона соответствуют генетически близким регионам, темные – отдалённым.

Выводы

1. Y-хромосомный генофонд запорожских, кубанских и донских казаков образует южный фрагмент восточнославянского генофонда. Гипотеза об интенсивном участии кавказского и азиатского населения в генезе украинского и южнорусского казачеств отклоняется низкими частотами или отсутствием в их генофонде кавказских и восточно-евразийских Y-хромосомных гаплогрупп.

2. Терские казаки дистанцируются от других казачьих групп, смещаясь к некоторым северокавказским популяциям. Спектр и частоты Y-хромосомных гаплогрупп указывают на ассимиляцию терским казачеством коренного мужского населения Северного Кавказа.

Благодарности

Авторы выражают благодарность всем донорам биологических образцов, принявшим участие в исследовании, и персонально атаману Запорожской областной организации международной общественной организации «Международный союз казаков» И. И. Мороховскому и атаману Бердянского казачьего полка А. А. Камаеву за содействие в проведении исследования.

Список использованной литературы

1. *Генофонды* абхазо-адыгских народов, грузин и армян в евразийском контексте / И. Э. Теучеж, Э. А. Почешхова, Р. А. Схаляхо и др. // Вестник Московского Университета. Серия XXIII «Антропология». – 2013. – № 2. – С. 49–62.
2. *Истоки* формирования украинского генофонда по данным об Y-хромосоме / О. М. Утевская, А. Т. Агджоян, Е. В. Балановская и др. // Вісник Харківського університету. – 2013. – Вип. 18 (№1079). – С. 87–98.
3. *Сходство* и различия генофондов украинских и русских популяций Слобожанщины по маркерам Y-хромосомы / О. М. Утевская, А. С. Пшеничнов, Х. Д. Дибирова и др. // Цитология и генетика. – 2015. – 49, № 4. – С. 40–50.
4. *Тюрки* Кавказа: сравнительный анализ генофондов по данным о Y-хромосоме / Р. А. Схаляхо, Э. А. Почешхова, И. Э. Теучеж и др. // Вестник Московского университета. Серия XXIII «Антропология». – 2013. – № 2. – С. 34–49.
5. *Genetic* Heritage of the Balto-Slavic Speaking Populations: A Synthesis of Autosomal, Mitochondrial and Y-Chromosomal Data / A. Kushniarevich, O. Utevska, M. Chuhryaeva et al. // PLoS One. – 2015. – Sep. 2, 10(9). – e0135820.
6. *Jobling M.* The human Y chromosome: an evolutionary marker comes of age / M. Jobling, C. Tyler-Smith // Nat. Rev. Genet. – 2003. – 4. – P. 598–612.
7. *Koshel S.* Geoinformation technologies in genegeography. / Sergey Koshel. – Mod Geogr Cartogr Artic Collect Ed IK Lure VI Kravtsova. – 2012. – P. 158–166.
8. *Nei M.* Genetic distance between populations // Massatoshi Nei. – Am Nat. – 1972. – 106. – P. 283–292.
9. *Parallel* Evolution of Genes and Languages in the Caucasus Region. / O. Balanovsky, Kh. Dibirova, A. Dybo et al. // Mol. Biol. Evol. – 2011. – 28(10). – P. 2905–2920.
10. *The genetic* legacy of the expansion of Turkic-speaking nomads across Eurasia. / B. Yunusbayev, M. Metspalu, E. Metspalu et al. // PLoS Genet. – 2015. – Apr 21;11(4). – e1005068.
11. *The phylogeography* of Y chromosome binary haplotypes and the origins of modern human populations / P. A. Underhill, G.Passarino, A. A. Lin et al. // Ann. Hum. Genet. – 2001. – 65. – P. 43–62.
12. *Two sources* of the Russian patrilineal heritage in their Eurasian context / O. Balanovsky, S. Rootsi, A. Pshenichnov et al. // Am. J. Hum. Genet. – 2008. – 82(1). – P. 236–250.
13. *Y-Chromosome* Concortium. A nomenclature system for the tree of human Y-chromosomal binary haplogroups. // Genome Res. – 2002. – 12. – P. 339–348.

Статья поступила в редакцию 22.10.2015

О. М. Утєвська[1], М. І. Чухряєва [2], Р. А. Схаляхо[2], Х. Д. Дібірова[2], І. Е. Теучеж[2], А. Т. Агджоян[3], Л. О. Атраментова[1], О. В. Балановська[2], О. П. Балановський[3]

[1]Харківській національний університет імені В. Н. Каразіна, м-н Свободи, 4, Харків, 61022, Україна

[2]ФГБНУ «Медико-генетичний науковий центр», вул. Москворечье, 1, Москва, 115478, Росія

[3]Інститут загальної генетики ім. М. І. Вавілова РАН, вул. Губкіна, 3, Москва, 119991, ГСП-1, Росія

ПОХОДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ГРУП КОЗАЦТВА ЗА ДАНИМИ ПРО ПОЛІМОРФІЗМ Y ХРОМОСОМИ

Резюме

Для прояснення питання про походження козаків на території України та Росії, генофонд основних груп козацтва був вивчений за SNP маркерами Y хромосоми. Кубанські, донські й запорізькі козаки утворюють єдиний південний фрагмент східнослов'янського генофонду. Область найбільшої генетичної схожості для цих трьох груп охоплює Україну, південні області європейської частини Росії, Білорусь, Польщу, Словаччину (генетичні відстані d<0,07). При цьому запорізькі козаки більш подібні до українських популяцій, донські – до південноросійських, кубанські козаки проміжні у порівнянні з запорізькою і донською групами. Найбільш поширеними гаплогрупами Y-хромосоми серед кубанських, донських й запорізьких козаків є R1a1a1*(M198), I2a (P37.2), R1a1a1g (M458), N1c1 (M178), I1 (M253) і R1b1b2 (M269). Невисокі частоти гаплогруп G і J, що характерні для популяцій Кавказу, а також практична відсутність східноєвразійських гаплогруп C і O відхиляють гіпотезу про активну участь кавказького і степового азіатського населення у ґенезі цих трьох груп українського та південноросійського козацтва. Генофонд терських козаків займає відособлене положення. Він дистанціюється від інших козачих груп і тяжіє до кавказьких тюркомовних популяцій – ногайців і балкарців. Таке зближення зумовлено різким підвищенням частот «кавказьких» гаплогруп у генофонді терських козаків, що вказує на асиміляцію терським козацтвом чоловічого корінного населення Північного Кавказу.

Ключові слова: козаки; SNP-маркери; Y хромосома; гаплогрупи; генетична відстані.

O. M. Utevska[1], M. I. Chukhryaeva[2], R. A. Skhalyakho[2], Kh. D. Dibirova[2], I. E. Teuchezh[2], A. T. Agdzhoyan[3], L. A. Atramentova[1], E. V. Balanovska[2], O. P. Balanovsky[3]
[1]V. N. Karazin Kharkiv National University, 4, Svobody sq., Kharkiv, 61022, Ukraine
[2] Research Centre for Medical Genetics, 1, Moskvorechie, Moscow, 119991, Russia
[3]Vavilov Institute of General Genetics RAS, 3, Gubkin st., Moscow, 115478, Russia

GENESIS OF MAJOR COSSACK GROUPS ON THE Y CHROMOSOME DATA

Abstract
The Y-chromosomal polymorphism of the main groups of Cossacks from modern Ukraine and Southern Russia was analyzed to trace their origin and reveal the degree of admixture with neighboring populations. The Kuban Cossacks, Don Cossacks and Dnieper Cossacks form an entire southern part of East-Slavic gene pool. The area of strong genetic affinity for these Cossack groups includes Ukraine, South Russia, Belarus, Poland and Slovakia. Dnieper Cossacks are more similar to the Ukrainian populations, Don Cossacks – to the southern Russian ones, whereas Kuban Cossacks are intermediate between Dnieper and Don Cossack groups. The major haplogroups of Y chromosome in Dnieper, Kuban and Don Cossacks were R1a1a1*(M198), I2a (P37.2), R1a1a1g (M458), N1c1 (M178), I1 (M253), R1b1b2 (M269). At once, the specific for Caucasus region haplogroups G and J were minor, as well as East Eurasian haplogroups C and O, which are wide spread among Asian steppe populations were virtually absent in listed Cossack groups. It allows to reject the hypothesis on extensive incorporation of Caucasus and Asian steppe genetic components in Cossack gene pool. The Terek Cossacks differed significantly from other considered Cossack groups. They have lower frequency of R1a1a1*(M198) and I2a (P37.2) haplogroups, but instead carry high portion of G2a3b1 (P303) and G2a1a (P18) which significant frequencies are specific to Caucasus region. Terek Cossacks reveal some affiliation to Turkic-speaking Nogays and Balkars. The area of genetic affinity for Terek Cossacks lies in narrow region near the Azov Sea. We conclude that main present-day Cossack groups are the part of entire East-Slavic genetic continuity, excepting Terek Cossacks assimilated indigenous Caucasian component.

Key words: Cossacks, SNP markers, Y chromosome, haplogroups, Nei distances.

ГІДРОБІОЛОГІЯ ТА ЗАГАЛЬНА ЕКОЛОГІЯ

УДК 591.5:591.9:59.5(477,74)(210,7) DOI 10.18524/2077-1746.2015.2(37).55005

С. М. Снигирев, к.б.н., ст. науч. сотр.
Региональный центр интегрированного мониторинга и экологических исследований,
ул. Маяковского, 7, Одесса, 65082, Украина, тел.: (048) 799-62-07,
e-mail: snigirev@te.net.ua

ПИТАНИЕ ПЕЛАГИЧЕСКИХ ВИДОВ РЫБ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД О. ЗМЕИНЫЙ (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

Приведены результаты исследований некоторых аспектов биологии и экологии четырех массовых пелагических видов рыб: хамсы *Engraulis encrasicolus* (L., 1758), атерины *Atherina pontica* (Eichwald, 1831), луфаря *Pomatomus saltatrix* (L., 1766) и ставриды *Trachurus mediteraneus ponticus* Aleev, 1956 в прибрежных водах острова Змеиный (Черное море). Представлена их размерно-массовая характеристика, качественный и количественный состав питания. Приведены индексы наполненности кишечника, относительной значимости и сходства пищевых объектов.

Ключевые слова: остров Змеиный, пелагические рыбы, питание, Черное море.

Несмотря на сокращение рыбных запасов Черного моря, короткоцикличные пелагические рыбы, такие как хамса *Engraulis encrasicolus* (L., 1758), шпрот *Sprattus sprattus* (L., 1758), атерина *Atherina pontica* (Eichwald, 1831), ставрида *Trachurus mediteraneus ponticus* Aleev, 1956 и некоторые другие виды, по-прежнему остаются основными объектами промысла Украины и других причерноморских стран [7, 10]. Северо-западная часть Черного моря в пределах Украины является наиболее важной для воспроизводства и нагула этих видов рыб [7]. При этом особое значение для пополнения рыбных ресурсов представляют собой районы, подверженные наименьшей антропогенной нагрузке. Именно на таких участках сохранились нетрансформированные, высокопродуктивные и вместе с тем наиболее уязвимые ихтиоценозы. К одним из немногих таких районов в северо-западной части Черного моря относятся прибрежные воды о. Змеиный. Согласно последним исследованиям, у острова отмечены большие скопления пелагических и донных рыб. Этот район выгодно отличается биоразнообразием ихтиофауны. Видовой состав рыбного сообщества прибрежных вод острова изучен достаточно полно [8, 12]. Малоизученными остаются аспекты биологии и экологии отдельных видов рыб этого района. Такие исследования приобретают особую актуальность в свете внедрения в причерноморских странах рамочной директивы морской стратегии. Это определило цель данной работы – изучить питание хамсы, атерины, луфаря и ставриды в прибрежных водах о. Змеиный.

© С. М. Снигирев, 2015

Материал и методы исследований

Материал собран в прибрежных водах о. Змеиный в 2003, 2012, 2014 гг. в рамках международного проекта FP7 No. 287600 «PERSEUS» и при финансовой поддержке Министерства образования и науки Украины. Лов рыбы проводили сетями, ловушками, вентерями и крючковыми снастями. Для более детального изучения питания рыб в районе исследований выбраны наиболее массовые виды: хамса, атерина, луфарь и ставрида. Выловленная рыба подвергалась полному биологическому анализу по общепринятым методикам [3, 6]. При проведении исследований измеряли общую длину (см), массу тела рыбы (г), определяли её пол, степень наполнения желудка (кишечника). Для последующей камеральной обработки пищеварительные тракты рыб фиксировали 4% формальдегидом. Возраст особей всех изучаемых видов определяли по отолитам. Таксономическая принадлежность объектов питания рыб приведена по [4].

Значение объектов питания в пищевых рационах рыб рассчитывали по общепринятым формулам [3, 6, 9, 11]:

Индекс относительной значимости (ИОЗ), % = $(N_i\% + P_i\%) \cdot F_i\%$,

где N_i – количество i-объекта питания в рационе рыб; P_i – масса i-объекта питания в рационе рыб, F_i – частота встречаемости i-объекта питания в желудках (кишечниках) рыб.

Индекс видового сходства (ИВС), % = $100 \cdot C \div (A + B) - C$,

где A – количество таксонов объектов питания в рационе одной рыбы, B – количество таксонов объектов питания в рационе другой рыбы, C – количество общих таксонов объектов питания в рационах сравниваемых рыб.

Индекс пищевого сходства (ИПС), определяли как сумму минимальных значений масс (%) общих объектов питания в рационах сравниваемых рыб.

Интенсивность питания рыб рассчитывали соответственно по общему индексу наполнения кишечника (ОИНК), $^0/_{000} = 10000 \cdot p \div P$,

где p – масса пищевого комка (г), P – масса рыбы (г).

Результаты исследований и их обсуждение

В течение 2003–2014 гг. в прибрежных водах о. Змеиный обнаружено 65 видов морских, солоноватоводных, проходных и пресноводных рыб, принадлежащих к 17 отрядам, 40 семействам, 54 родам. Анализ эколого-фаунистической характеристики ихтиофауны прибрежных вод показал, что большинство видов (80,0 %) ведут донный и придонный образ жизни. Группа пелагических рыб представлена гораздо меньшим количеством видов (13 видов – 20,0 %), из которых хамса, атерина, луфарь и ставрида образуют у острова плотные скопления [8, 12].

Средние величины общей длины и массы рыб, а также интенсивности питания по ОИНК хамсы, атерины, луфаря и ставриды приведены в табл. 1.

Интенсивность питания у всех четырех видов рыб в прибрежных водах о. Змеиный была достаточно высокой, доля особей с пустыми желудками (кишечниками) в уловах не превышала 25,0 %. Наибольшие величины ОИНК отмечены в осенний период нагула рыб (табл. 1).

Таблица 1

Размерно-массовая характеристика, общего индекса наполнения кишечника пелагических рыб в прибрежных водах о. Змеиный

Вид рыбы (возраст)	Показатель	Период исследований			
		2013 г.		2014 г.	
		осень	Зима	весна	Осень
E. encrasicolus (2)	L, см	11,6±0,3	10,5±0,1	11,6±0,1	10,9±0,3
	m, г	11,3±0,6	9,2±0,2	9,5±0,3	8,1±0,8
	ОИНК, $^0/_{000}$	30,7±7,4	10,6±5,1	59,2±11,7	67,6±37,2
	n, экз.	7	16	55	14
A. pontica (2)	L, см	-	-	7,6±0,2	8,8±0,3
	m, г	-	-	3,1±0,2	4,9±0,6
	ОИНК, $^0/_{000}$	-	-	101,3±22,4	126,5±47,8
	n, экз.	-	-	30	17
P. saltatrix (1)	L, см	18,7±0,3	-	-	19,7±0,4
	m, г	67,0±3,9	-	-	79,6±4,3
	ОИНК, $^0/_{000}$	216,9±22,4	-	-	104,2±15,2
	n, экз.	29	-	-	22
T. m. ponticus (3)	L, см	14,1±0,1	-	15,6±0,3	17,0±0,4
	m, г	25,7±0,9	-	37,0±2,4	47,5±4,1
	ОИНК, $^0/_{000}$	186,3±34,3	-	208,1±31,5	241,0±67,2
	n, экз.	18	-	30	6

Примечание: L – общая длина рыбы, m – масса рыбы, n – число особей,

В рационе хамсы в прибрежных водах острова обнаружены организмы, принадлежащие к 15 таксонам (табл. 2). Наиболее значимыми в питании оказались коловратки и копеподы, а также организмы бентопланктона: полихеты, амфиподы и мизиды (табл. 2). Как известно, в условиях недостаточного количества зоопланктона, вынужденной пищей хамсы является фитопланктон [2]. В период исследований у о. Змеиный доля фитопланктона в рационе хамсы составляла от 3,8 до 78,0 % от общей массы пищевого комка. Наиболее часто организмы фитопланктона отмечены в кишечниках хамсы зимой (табл. 2).

Таблица 2

Величины индекса относительной значимости (%) объектов питания хамсы и атерины в прибрежных водах о. Змеиный

Объекты питания	Хамса				Атерина	
	2013 г.		2014 г.		2014 г.	
	осень	зима	весна	осень	весна	Осень
Polychaeta gen. sp.	3667,6	-	2579,4	2986,8	1994,3	4045,4
Polychaeta larv.	-	-	23,2	-	-	-
Rotatoria gen. sp.	-	102,5	486,2	-	-	-
Penilia avirostis	-	98,7	8,5	-	4,4	-
Pseudocalanus elorsata	835,8	822,2	28,0	450,5	545,2	154,9
Paracalanus parvus	-	-	-	-	4,4	-
Calanus ponticus	-	-	-	-	8,8	23,6
Acartia gen. sp.	-	284,6	3,8	32,2	17,4	-
Idoteiidae gen. sp.	-	-	-	-	7,0	-
Sphaeromatidae gen. sp.	-	-	-	-	44,5	-
Gammaridae gen. sp.	663,1	-	102,1	-	67,6	41,0
Microdeutopus gen. sp.	-	-	-	-	4,7	144,0
Corophiidae gen. sp.	-	560,1	151,4	698,6	871,5	180,7
Stenothoe gen. sp.	-	-	-	38,6	305,0	27,6
Cumacea gen. sp.	-	-	-	-	-	185,6
Mysidacea gen. sp.	-	209,8	2600,2	824,2	101,5	858,4
Athanas nitescens	-	-	-	-	93,3	25,6
Palaemon elegans	-	-	-	-	94,3	-
Balanus larv.	-	-	3,8	-	-	-
Decapoda larv.	-	-	1,7	-	-	-
Bivalvia larv.	-	-	6,7	-	-	-
Икра рыб	-	-	21,9	-	64,7	-
Фитопланктон, % от массы пищевого комка	48,5	78,0	3,8	9,8	-	-

Рацион атерины включал 17 таксонов кормовых объектов. Из них в питании преобладали полихеты, амфиподы, мизиды (табл. 2). Также существенную роль в питании играли планктонные ракообразные (табл. 2). Согласно данным, полученным в летний период 2009 г., у проанализированных особей атерины в питании преобладали планктонные копеподы, составляя до 45,0 % массы пи-

щевого комка. Доля пелагических личинок десятиногих ракообразных, моллюсков и полихет была незначительна [5].

Сравнительный анализ рационов хамсы и атерины прибрежных вод о. Змеиный показал незначительное сходство (ИВС – 39,1 %). С другой стороны, высокие значения величины и ИПС (70,0 %) свидетельствовали о сходных пищевых предпочтениях сравниваемых рыб, выраженных в интенсивном потреблении ими полихет.

Спектр питания особей луфаря прибрежных вод о. Змеиный представлен 8 объектами. В пищевых комках доминировали рыбы: хамса, ставрида, атерина, шпрот и мерланг. В 2003 г. в прибрежных водах острова в желудках луфаря найдены также остатки креветки каменной *Palaemon elegans* (табл. 3).

В ходе исследований установлено, что рацион ставриды включал организмы, принадлежащие к 16 таксонам. Главной ее пищей возле острова была рыба (табл. 3). В 2013 и 2014 гг. значительную долю в питании также составляли полихеты и ракообразные (Amphipoda, Isopoda). У крупных особей в пищевых комках отмечена собственная молодь, значение которой в питании было достаточно велико (ИОЗ – 295,9-492,1 %).

Таблица 3

Величины индекс относительной значимости (%) объектов питания луфаря и ставриды в прибрежных водах о. Змеиный

Объекты питания	Луфарь				Ставрида				
	2003 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2003 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2014 г.
	лето	лето	Осень	осень	лето	лето	осень	весна	осень
Polychaeta gen. sp.	-	-	-	-	-	-	2710,0	3295,7	2803,2
Amphipoda gen. sp.	-	-	-	-	1,4	1,9	1588,9	2005,3	2527,5
Isopoda gen. sp.	-	-	-	-	1,2	2,7	180,7	20,3	165,3
Athanas nitescens	-	-	-	-	-	-	13,9	76,3	-
Palaemon elegans	11,1	-	-	-	245,4	28,9	267,2	45,0	-
Gymnammodytes cicerellus	-	-	48,6	-	-	-	98,3	29,2	-
Engraulis encrasicholus	260,2	1024,7	1083,7	788,5	450,6	752,4	629,2	792,0	409,3
Sprattus sprattus phalericus	-	120,5	100,1	-	153,3	247,4	174,2	-	-
Merlangius merlangus euxinus	78,4	189,2	39,5	-	58,1	-	-	-	-
Atherina pontica	-	36,6	52,2	74,8	79,5	52,3	53,8	5,5	-
Trachurus mediteraneus ponticus	-	85,1	6081,1	4705,1	-	-	-	295,9	492,1
Pisces gen. Sp			643,7	2500,0	-	-	179,6	176,5	1585,0
Число таксонов объектов питания	3	5	7	4	7	6	12	12	8

Величины ИПС (70,4 %) и ИВС (50,0 %) кормовых объектов в рационах ставриды и луфаря были достаточно высокими, что указывает на сходное питание этих двух видов.

Таким образом, полученные нами результаты совпадают с данными литературы, согласно которых хамса и атерина являются преимущественно зоопланктонофагами с широким спектром питания, куда входят организмы меропланктона и бентопланктона [1, 2].

В современных условиях увеличения численности и распространения хищного гребневика *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865 в Черном море, подорвавшего кормовую базу планктоноядных рыб, значение бентопланктонных организмов, вероятно, будет возрастать в питании планктоноядных рыб.

Главную роль в питании ставриды и луфаря в прибрежных водах острова, как и на других участках Черного моря [1], составляют разные виды рыб. Ставрида в прибрежных водах острова также активно потребляет разноногих ракообразных и полихет.

Выводы

1. В рационах хамсы и атерины обнаружены организмы, принадлежащие к 15 и 17 таксонам соответственно. Наиболее значимыми в питании хамсы были полихеты, разноногие ракообразные, мизиды, коловратки и зоопланктонные ракообразные (преимущественно Copepoda). Зимой хамса в большей степени потребляет фитопланктон. В питании атерины преобладали полихеты, амфиподы, мизиды. Второстепенную роль играли планктонные ракообразные.
2. В питании луфаря и ставриды отмечено 8 и 16 таксонов соответственно. В пищевых комках этих видов доминировали рыбы. Важной составляющей рациона ставриды были также полихеты и амфиподы.
3. Рацион луфаря и ставриды (ИПС – 70,4 %, ИВС – 50,0 %) свидетельствует о значительном сходстве их питания. Совпадение спектров питания хамсы и атерины менее значительно (ИПС – 70,0 %, ИВС – 39,1 %)

Благодарности

Исследования проводились в рамках научно-исследовательских работ, финансируемых Министерством образования и науки Украины (2003–2014 гг.), а также при поддержке проекта FP7 No. 287600 «PERSEUS».

Список использованной литературы

1. *Васильева Е. Д.* Рыбы черного моря. Определитель морских, солоноватоводных, эвригалинных и проходных видов с цветными иллюстрациями, собранными С.В. Богородским / Е. Д. Васильева.– М.: изд-во ВНИРО, 2007. – 238 с.
2. *Корнилова В. П.* Питание азовской хамсы / В. П. Корнилова // Тр. ВНИРО. М.: ВНИРО, 1955. – Т. 31. Вып. 1. – С. 368–377.

3. *Методи* гідроекологічних досліджень поверхневих вод / [Під ред. В. Д. Романенко]. – НАН України. Ін-т гідробіології. – К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с.
4. *Определитель* фауны Черного и Азовского морей / [Под ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовского]. – Киев: Наук. думка, 1968. – Т. 1. – 439 с., 1969. – Т. 2. – 538 с., 1972. – Т. 3. – 340 с.
5. *Отчет* о научно-исследовательской работе № 506 «Оцінити дострокові зміни та обґрунтувати заходи щодо стабілізації екологічного стану прибережних вод та берегової смуги острову Зміїний» (2013–2014). / Под ред. В. И. Мединца. – Одесса, 2014. – 409 с.
6. *Пряхин Ю. В.* Методы рыбохозяйственных исследований / Ю. В. Пряхин, В. А. Шкицкий. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. – 256 с.
7. *Северо*-западная часть Чёрного моря: биология и экология / [Под ред. Ю. П. Зайцева, Б. Г. Александрова, Г. Г. Миничевой]. – Киев: Наук. думка, 2006. – 701 с.
8. *Снигирев С. М.* Донная ихтиофауна прибрежных вод о. Змеиный / С. М. Снигирев.: автореф. дисс. канд. биол. наук. – К. Инт. Гидробиол. НАНУ, 2011. – 20 с.
9. *Шорыгин А. А.* Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря / А. А. Шорыгин. – М.: Пищепромиздат, 1952. – 268 с.
10. *O'Higgins T.* Achieving good environmental status in the Black Sea: scale mismatches in environmental management / T. O'Higgins, A. Farmer, G. Daskalov, S. Knudsen, and L. Mee // Ecology and Society, 2014. – 19(3). – 54 p.
11. *Pinkas L.* Food habits of albacore, blue tuna and bonito in California waters / L. Pinkas, M. S. Oliphant, I. L. Iverson. – Calif. Dept. Fish. Game. Fish. Bull, 1971. – 105 p.
12. *Snigirov S.* The fish community in Zmiinyi Island waters: structure and determinants / S. Snigirov, O. Goncharov, S. Sylantyev // Marine Biodiversity. – 2012. – Vol. 42, № 2. – P. 225–239.

Статья поступила в редакцию 02.05.2015

С. М. Снігірьов
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, Регіональний центр інтегрованого моніторингу,
вул. Маяковського, 7, Одеса, 65082, Україна, snigirev@te.net.ua;

ОСОБЛИВОСТІ ЖИВЛЕННЯ ПЕЛАГІЧНИХ ВИДІВ РИБ ПРИБЕРЕЖНИХ ВОД О. ЗМІЇНИЙ (ЧОРНЕ МОРЕ).

Резюме
У роботі наведено результати досліджень деяких аспектів біології та екології чотирьох масових пелагічних видів риб: хамси *Engraulis encrasicolus* (L., 1758), атерини *Atherina pontica* (Eichwald, 1831), луфаря *Pomatomus saltatrix* (L., 1766) та ставриди *Trachurus mediteraneus ponticus* Aleev, 1956 в прибережних водах острова Зміїний (Чорне море). Представлена їх розмірно-масова характеристика, якісний та кількісний склад живлення. Наведено індекси наповненості кишечнику, відносної значимості та подібності харчових об'єктів.

Ключові слова: острів Зміїний, пелагічні риби, живлення, Чорне море.

S. M. Snigirov
Odessa National Mechnikov University
7, Mayakovsky St., Odessa, 65082, Ukraine, e-mail: snigirev@te.net.ua

DIET OF PELAGIC FISHES IN THE ZMIINYI ISLAND COASTAL WATERS (THE BLACK SEA)

Abstract
Altogether, 65 marine, brackish-water, migratory and freshwater fish species belonging to 17 orders, 40 families and 54 genera were found in the Zmiinyi Island area during 2003–2014. Most of them (80.0 %) are bottom and demersal species. The group of pelagic fishes represented a much smaller number of species (13 species – 20.0 %). Among them anchovy, sand smelt, bluefish and horse mackerel form the dense concentrations near the Zmiinyi Island.
Diets of the following main pelagic species in the Zmiinyi Island coastal waters have been described and analysed: Black Sea anchovy *Engraulis encrasicolus ponticus* (Alexandrov, 1927), Black Sea sand *Atherina pontica* (Eichwald, 1831), bluefish *Pomatomus saltatrix* (L., 1766) and horse mackerel *Trachurus mediteraneus ponticus* Aleev, 1956. The Relative Importance Index, Food Similarity Index and Species Similarity Index of anchovy and sand, bluefish and horse mackerel have been presented.

Keywords: the Zmiinyi Island, pelagic fishes, consumption, the Black Sea.

МІКРОБІОЛОГІЯ ТА БІОТЕХНОЛОГІЯ

УДК 57.025:582.284:664.66.002.68 DOI 10.18524/2077-1746.2015.2(37).55001

Т. С. Іванова[1], аспірант, провідний інженер
Н. А. Бісько[2], д.б.н., провідний науковий співробітник
Г. П. Мегалінська[3], к.б.н., доцент
[1]Державна установа «Інститут харчової біотехнології та геноміки Національної академії наук України»,
вул. Осиповського, 2а, Київ, 04123, Україна, тел.: +38 (044) 462 72 58,
e-mail: ivanova_tatiana_wat2@bigmir.net
[2]Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України,
вул. Терещенківська, 2, Київ, 01601, Україна
[3]Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова;
вул. Пирогова, 9, Київ, 01601, Україна

ФІЗІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ *SCHIZOPHYLLUM COMMUNE* ТА *TRAMETES VERSICOLOR* ПРИ КУЛЬТИВУВАННІ НА СУХАРНІЙ КРИХТІ

Досліджена антимікробна, гемаглютинувальна та фітотоксична активність міцелію *Schizophyllum commune* 1768 і *Trametes versicolor* 353, отриманого при глибинному культивуванні на сухарній крихті (відході виробництва хліба). Водні екстракти міцелію досліджуваних видів грибів найбільше інгібували ріст *Proteus vulgaris.* Аглютинування еритроцитів крові людини екстрактами міцелію грибів не відрізнялось від контролю. Встановлена фітотоксична активність водного екстракту міцелію *S. commune* на моделі проростків огірка за концентрацій вище 35 мг/мл, екстракту *T. versicolor* – від 5 до 45 мг/мл.

Ключові слова: *Shizophyllum commune*, *Trametes versicolor*, фізіологічна активність, сухарна крихта.

Schizophyllum commune Fr.: Fr. (шизофіл звичайний) та *Trametes versicolor* (L.: Fr.) Quel. (трутовик різнокольоровий) належать до дереворуйнівних грибів відділу *Basidiomycota* та виявляють цілий спектр лікувальних властивостей, зокрема, імуномоделювальну, протипухлинну, антимікробну та інші активності, а тому використовуються як основа для створення лікувально-профілактичних препаратів [14].

Біохімічний склад та лікувально-профілактичні властивості грибів залежать не лише від виду та штаму, а й від умов та субстрату для культивування. Новим субстратом для культивування міцелію *T. versicolor* та *S. commune* є сухарна крихта – відхід, що утворюється при виробництві хліба. Цей субстрат ефективно утилізується грибами через високий вміст легкодоступних вуглеводів та утворення однорідної суспензії у воді.

Метою роботи було дослідити фізіологічну активність (антимікробну, гемаглютинувальну та фітотоксичну дію) міцелію лікарських базидіальних грибів *T. versicolor* та *S. commune*, отриманого при культивуванні на сухарній крихті,

© Т. С. Іванова, Н. А. Бісько, Г. П. Мегалінська, 2015

що може бути використаний як основа для створення дієтичних добавок та функціональних продуктів харчування.

Матеріали та методи дослідження

Штами *S. commune* 1768 та *T. versicolor* 353 були отримані з колекції культур шапинкових грибів Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України (IBK) [1]. Штами бактерій *Escherichia coli* (Migula 1895) Castellani and Chalmers 1919 ATCC 25922 (кишкова паличка), *Proteus vulgaris* Hauser, 1885 ATCC 6896 (протей звичайний), *Pseudomonas aeruginosa* Schroeter 1872, Migula 1900 ATCC 9027 (синьогнійна паличка) та дріжджів *Candida albicans* (C. P. Robin) Berkhout 1923 ATCC 885-653 (кандіда біліюча) були отримані з Української колекції мікроорганізмів (УКМ) Інституту мікробіології та вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України [10].

Субстратом для глибинного культивування була сухарна крихта з суміші хлібів із пшеничного та житнього борошна (Хлібокомбінат № 12, ПАТ «Київхліб», Київ). Поживні середовища, що містили сухарну крихту та воду, стерилізували 40 хв при 1 атм.

Міцелій грибів вирощували на чашках Петрі з глюкозо-пептон-дріжджовим агаризованим середовищем, г/л: глюкоза – 25, пептон – 3, дріжджовий екстракт – 2, KH_2PO_4 – 1, K_2HPO_4 – 1, $MgSO_4$ x 7 H_2O – 0,25, агар-агар – 20. Середовище із міцелієм повністю колонізованої чашки Петрі гомогенізували у стерильних умовах, отриманий гомогенат використовували як інокулюм (10 % об./об.) для засіву 250 мл колб Ерленмеєра із 50 мл рідкого середовища з сухарною крихтою. Колби інкубували при 28±2 °C на качалці при 120 об./хв. Міцелій в активній фазі росту пересівали (10 % об./об.) на середовище такого ж складу для елімінування лаг-фази. Міцелій грибів вирощували на поживному середовищі з оптимальною для накопичення біомаси концентрацією сухарної крихти (50 г/л для *T. versicolor* та 60 г/л для *S. commune*) [12]. Для отримання максимальної біомаси міцелій *T. versicolor* культивували 5 діб, міцелій *S. commune* – 4 доби. Біомасу відділяли від культуральної рідини фільтруванням, промивали 3 рази водою, висушували при 60 °C та перемелювали.

Для визначення гемаглютинувальної активності готували лектиновмісну витяжку. До 1 г сухого міцелію *S. commune або T. versicolor* додавали 10 мл 0,9 % NaCl, перемішували 2 години, центрифугували при 6000 об./хв та фільтрували. Додавали 10 мл лектиновмісної витяжки у співвідношенні 1:1 до крові людини чотирьох груп, перемішували та відстоювали 1 годину в капілярах Панченкова, після чого вимірювали ступень осадження еритроцитів (мм) у порівнянні з контролем (кров чотирьох груп без додавання витяжки міцелію) [7].

Для визначення антимікробної та фітотоксичної активності отримували водний екстракт міцелію *S. commune* та *T. versicolor*. До 5 г сухого міцелію додавали 100 мл дистильованої води та кип'ятили 3 хв [6]. Антимікробну ак-

тивність отриманих екстрактів перевіряли методом паперових дисків (діаметр диску 5 мм) [17].

Визначення фітотоксичної активності вищезазначених екстрактів проводили за описаною методикою [5]. Тест-об'єктом був *Cucumis sativus* L. (огірок звичайний), для якого характерним є ранній розвиток бічних коренів. Насіння огірка сорту «Ніжинський» розкладали по 10 шт. на фільтрувальний папір у чашки Петрі та заливали 10 мл розчину екстрактів у дистильованій воді у співвідношенні від 1:9 до 9:1, що відповідає концентраціям біомаси для отримання екстрактів від 5 до 45 мг/мл. Контролем вважали дистильовану воду. Кількість бічних вимірювали після 10 діб інкубування насіння огірка при 20±2 °С.

Повторність дослідів трикратна. Числові дані представлені в формі середньої величини зі стандартною похибкою (M±m). Достовірність різниці двох середніх величин оцінювали за критерієм Стьюдента (t).

Результати дослідження та їх обговорення

Отримані результати свідчать про те, що водні екстракти міцелію *S. commune* та *T. versicolor*, культивованого на сухарній крихті, виявляли інгібувальну активність (зони просвітлення становили 6,9–9,2 мм) стосовно досліджуваних видів мікроорганізмів (табл. 1). Найбільшою мірою водні екстракти міцелію *S. commune* та *T. versicolor* пригнічували ріст *P. vulgaris*.

Таблиця 1

Антимікробна активність водних екстрактів міцелію *T. versicolor* 353 та *S. commune* 1768

Вид гриба	Зона інгібування росту мікроорганізмів, мм			
	E. coli	*P. vulgaris*	*P. aeruginosa*	*C. albicans*
T. versicolor	**7,2 ± 0,3**	**8,2 ± 0,3**	**6,9 ± 0,4**	**7,1 ± 0,4**
S. commune	**7,2 ± 0,3**	**9,2 ± 0,3**	**7,1 ± 0,4**	**8,1 ± 0,4**

Примітка: всі значення достовірно відрізняються від контролю (відсутність зон інгібування) $p < 0,05$.

Інші дослідники встановили, що водні екстракти міцелію *T. versicolor*, отриманого при глибинному культивуванні на глюкозо-пептоно-дріжджовому середовищі, виявили слабку антибактеріальну активність (< 10 мм) до *E. coli*, але, на відміну від отриманих даних, не виявили антимікробної активності до *P. aeruginosa,* та *C. albicans* [19]. Екстракти плодових тіл *S. commune* гарячою водою не виявили антимікробної активності до *E. coli, P. vulgaris* та *P. aeruginosa* [13].

Встановлено [18], що лектини лікарських грибів не тільки здатні викликати апоптоз у пухлинних клітинах та пришвидшувати мітоз імунокомпетентних

клітин, а також мають антимікробну активність [9]. Водночас, вважається [16], що лектини грибів, які склеюють специфічні для чотирьох груп крові вуглеводні детермінанти на поверхні клітин організму людини, можуть негативно впливати на здоров'я. Показано, що гемаглютинувальна активність грибних екстрактів залежить від таксономічної належності культур, способу культивування (рідинне, твердофазне) та від складу поживного середовища [2]. При цьому, відмічається [2] значне підвищення лектинової активності при використанні субстратів, несприятливих для росту міцелію, що, ймовірно, має адаптивне значення.

Екстракти міцелію *T. versicolor 353* та *S. commune 1768*, одержані при глибинному культивуванні на поживному середовищі з сухарною крихтою, не виявляли гемаглютинувальну активність до чотирьох груп крові людини (табл. 2).

Таблиця 2

Гемаглютинувальна активність *T. versicolor 353* та *S. commune 1768*

Екстракт	Осадження еритроцитів, мм				
	Контроль	I група крові	II група крові	III група крові	IV група крові
Міцелій T. versicolor	2±1	3±1	3±1	2±1	2±1
Міцелій S. commune		2±1	2±1	2±1	2±1

Примітка: значення не відрізняються від контролю та між собою, $p<0,05$.

Згідно з літературними даними, вивчали гемаглютинувальну активність переважно екстрактів плодових тіл різних видів грибів [15]. Зокрема показано, що екстракти *T. versicolor* не спричинювали аглютинацію еритроцитів чотирьох груп крові людини, на відміну від екстрактів *S. commune*, які викликали аглютинацію без групової селективності [15,11]. Попередніми дослідженнями виявлено, що екстракт міцелію *Ganoderma lucidum* (трутовик лакований), отриманий при поверхневому культивуванні на рідкому середовищі зі шротом амаранту, викликав аглютинування еритроцитів чотирьох груп крові людини [3].

Для скринінгу цитостатичної активності сполук зручним тест-об'єктом є утворення бічних коренів рослин (що здійснюється за рахунок мітозу) внаслідок простоти обробки розчинами досліджуваних сполук, більш легкого проникнення їх усередину кореня, а також вищої чутливості клітин коренів до більшості токсичних речовин, у порівнянні з наземними органами рослин [4].

Результати досліджень показали (рис. 1), що водний екстракт міцелію *S. commune 1768* за концентрацій більше 35 мг/мл виявляє фітотоксичну активність (на 36–50 % зменшилась кількість бічних коренів порівняно з контролем).

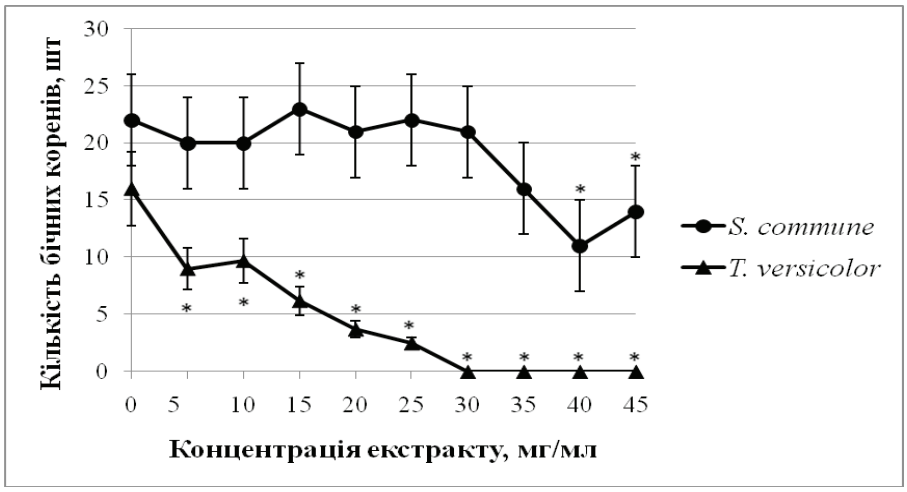


Рис. 1. Вплив концентрації водних екстрактів міцелію T. versicolor 353 та S. commune 1768 на кількість бічних коренів огірка (0 – контроль, вода)

Примітка: * – значення достовірно відрізняються від контролю, $p<0,05$.

Екстракт міцелію *T. versicolor 353* виявив значно більшу фітотоксичну активність, достовірно ($p<0,05$) в порівнянні з контролем зменшуючи кількість бічних коренів за всіх концентрацій екстракту від 5 до 45 мг/мл (рис. 1), при цьому кількість бічних коренів зменшувалась на 39–100 % (за концентрацій 30–45 мг/мл спостерігалося повне інгібування утворення бічних коренів).

Згідно з іншими дослідженнями, лектиновмісні екстракти плодових тіл *Agaricus bisporus* (печериці двоспорової) та *Boletus edulis* (білого гриба) мали більш виражену фітотоксичну активність, ніж листя рослин родів *Magnolia* (магнолія) та *Rumex* (щавель), і повністю інгібували утворення бічних коренів на моделі проростків огірка при концентрації розбавлення екстракту 40 мг/мл [8].

Висновки

1. Екстракти гарячою водою міцелію *S. commune 353* та *T. versicolor 1768* при культивуванні на сухарній крихті виявляли слабку антимікробну активність до досліджуваних культур, при цьому найбільше інгібувався ріст *P. vulgaris* (зона затримки росту 8,2 ± 0,3 та 9,2 ± 0,3 мм відповідно).

2. Вперше була виявлена відсутність гемаглютинувальної активності екстрактів міцелію *S. commune 1768* та *T. versicolor 353,* отриманої при культивуванні на сухарній крихті, що збільшує цінність використання міцеліальної маси цих грибів для створення дієтичних добавок та функціональних продуктів харчування без негативного впливу на здоров'я людини.

3. Вперше досліджена фітотоксична активність водних екстрактів міцелію *S. commune 1768* та *T. versicolor 353* на моделі коренів огірка та показано, що екстракт міцелію *T. versicolor* мав більш виражену фітотоксичну активність, ніж *S. commune*.

4. Глибинне культивування *S. commune 1768* та *T. versicolor 353* на дешевих та безпечних для здоров'я людини відходах виробництва хліба – сухарній крихті дозволяє отримати біомасу лікарських грибів з антимікробними та фітотоксичними властивостями.

Список використаної літератури

1. *Бухало А. С.* Каталог колекції культур шапинкових грибів (ІВК) / А. С. Бухало, Н. Ю. Митропольская, О. Б. Михайлова. – К.: Альтерпрес, 2011. – 100 с.
2. *Ветчинкина Е. П.* Активность внутриклеточных лектинов *Lentinus edodes* на разных стадиях развития гриба при глубинном и твердофазном культивировании / Е. П. Ветчинкина, В. Е. Никитина // Известия Самарского научного центра РАН. – 2008. – Т. 10. – № 2. – С. 629–635.
3. *Іванова Т.* Гемаглютинуюча й антибактеріальна активність лектиновмісної витяжки *Ganoderma lucidum* / Т. Іванова, Г. Мегалінська, Т. Круподьорова // Молодь і поступ біології: VII Міжнар. наук. конф. студентів і аспірантів, 5-8 квітня 2011 р. – Львів, 2011. – С. 50–51.
4. *Иванов В. Б.* Использование корней как тест-объектов для оценки биологического действия химических соединений / В. Б. Иванов // Физиология растений. – 2011. – Т. 58, № 6. – С. 944–952.
5. *Иванов В. Б.* Проростки огурца как тест-объект для обнаружения эффективных цитостатиков / В. Б. Иванов, Е. И. Быстрова, И. Г. Дубровский // Физиология растений. – 1986. – Т. 33, № 1. – С. 195–199.
6. *Лікарські* рослини: [енциклопедичний довідник] / під ред. А. М. Гродзінського. – К.: Українська Енциклопедія, 1992. – 544 с.
7. *Луцик А. Д.* Лектины / А. Д. Луцик, Е. Н. Панасюк, М. Д. Луцик. – Львов: Высшая школа, 1981. – 156 с.
8. *Мегалінська Г. П.* Літична, антибактеріальна та цитостатична активність лектинів деяких лікарських рослин / Г. П. Мегалінська, К. П. Ільєнко, Н. У. Желтовська // Природничі науки на межі століть: матеріали наук.-практ. конф., 23–25 бер. 2004. – Ніжин, 2004. – С. 64–65.
9. *Рапопорт Е. М.* Выделение и характеристика галактозосвязывающих лектинов из сыворотки крови человека / Е. М. Рапопорт, Л. С. Жигис, Е. Ю. Корчагина, Т. В. Овчинникова, В. П. Зубов, Н. В. Бовин // Биоорганическая химия. – 1996. – Т. 22, № 5. – С. 353–357.
10. *Украинская* коллекция микроорганизмов. Каталог культур / Под ред. В. С. Подгорского, О. И. Коцофляк, Е. А. Киприановой, О. Р. Гвоздяк. – К.: Наукова думка, 2007. – 270 с.
11. *Chumkhunthod P.* Lectins from Tropical Mushrooms: A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in Microbiology / Podjana Chumkhunthod. – Nakhon Ratchosima, Thailand, 2004. – 208 p.
12. *Ivanova T. S.* Breadcrumb as a New Substrate for *Trametes versicolor* and *Schizophyllum commune* Submerged Cultivation / T. S. Ivanova, N. A. Bisko, T. A. Krupodorova, V. Yu. Barshteyn // Korean J Microbiol Biotechnol. – 2014. – Vol. 42 (1). – P. 67–72.
13. *Mirfat A. H. S.* Antimicrobial activities of split gill mushroom *Schizophyllum commune* Fr. / A. H. S. Mirfat, A. Noorlidah, S. Vikineswary // American Journal of Research Communication. – 2014. – Vol. 2 (7). – P. 113–124.
14. *Mushrooms* as Functional Foods / ed. by P. C. K. Cheung. – New York: Wiley, 2008. – 259 p.
15. *Pemberton R. T.* Agglutinins (lectins) from some British higher fungi / R. T. Pemberton // Mycol Res. – 1994. – Vol. 98 (3). – P. 277–290.
16. *The Biology* and Cultivation of Edible Mushrooms / ed. by S. T. Chang, W. A. Hayes. – New York: Academic Press. – 1978. – P. 137–168.
17. *Valgas C.* Screening methods to determine antibacterial activity of natural products / C. Valgas, S. M. de Souza, E. F. A. Smania, A. Smania // Brazilian Journal of Microbiology. – 2007. – Vol. 38. – P. 369–380.
18. *Xu X.* Bioactive proteins form mushrooms / X. Xu, H. Yan, J. Chen, X. Zhang // Biotechnology Advances. – 2011. – Vol. 29. – P. 667–674.
19. *Yamac M.* Antimicrobial Activities of Fruit Bodies and/or Mycelial Cultures of Some Mushroom Isolates / M. Yamac, F. Bilgili // Pharm Biol. – 2006. – Vol. 44 (9). – P. 660–667.

Стаття надійшла до редакції 15.06.2015

Т. С. Иванова[1], Н. А. Бисько[2], А. П. Мегалинская[3]
[1]Государственное учреждение «Институт пищевой биотехнологии и геномики Национальной академии наук Украины», ул. Осиповского, 2а, Киев, 04123, Украина
[2]Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины, ул. Терещенковская, 2, Киев, 01601, Украина
[3]Национальный педагогический университет имени М.П. Драгоманова, ул. Пирогова, 9, Киев, 01601, Украина

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ *SHIZOPHYLLUM COMMUNE* И *TRAMETES VERSICOLOR* ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ НА СУХАРНОЙ КРОШКЕ

Резюме
Исследована антимикробная, гемагглютинирующая и фитотоксическая активность мицелия *Schizophyllum commune* 1768 и *Trametes versicolor* 353, полученного при глубинном культивировании на сухарной крошке (отходе производства хлеба). Экстракты исследованных грибов более всего ингибировали рост *Proteus vulgaris*; гемагглютинация эритроцитов крови человека экстрактами мицелия грибов не отличалось от контроля. Экстракт мицелия *S. commune* показал цитостатическую активность на модели проростков огурца при концентрациях выше 35 мг/мл, экстракт *T. versicolor* – при всех концентрациях.

Ключевые слова: *Shizophyllum commune*, *Trametes versicolor*, физиологическая активность, сухарная крошка.

T. S. Ivanova[1], T. S. Biskoч[2], G. P. Megalinska[3]
[1]Institute of Food Biotechnology and Genomics NAS of Ukraine, 2A, Osipovskogo St., Kyiv, 04123, Ukraine
[2]M. G. Kholodny Institute of Botany NAS of Ukraine, 2, Tereshchenkivska St., Kyiv, 01601, Ukraine
[3]National Pedagogical M. P. Dragomanov University, 9, Pirogova St., Kyiv, 01601, Ukraine

PHYSIOLOGICAL ACTIVITY OF *SHIZOPHYLLUM COMMUNE* FR.: FR. AND *TRAMETES VERSICOLOR* (L.: FR.) QUEL. CULTIVATED ON BREADCRUMB IN SUBMERGED CULTURE

Abstract
Shizophyllum commune and *Trametes versicolor* are well-known medicinal fungi which belong to phylum *Basidiomycota* and possess immunomodulating, antimicrobial and anticancer activity. The aim of current study was to investigate physiological activity (antimicrobial, hemagglutinating, and phytotoxic effect) of *S. commune* 1768 and *T. versicolor* 353 mycelia grown in submerged conditions on breadcrumb (waste of bread production), which ccan be used for creation of dietary supplements and functional foods. Antimicrobial activity of *S. commune* and *T. versicolor* hot water extracts was evaluated toward *Escherichia coli* ATCC 25922, *Proteus vulgaris*

ATCC 6896, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 and *Candida albicans* ATCC 885-653 using paper disc method. Hemagglutinating activity was measured by comparing the velocity of erythrocyte sedimentation in human blood groups (ABO) after addition of *S. commune* and *T. versicolor* extracts and in control (without addition of fungal extracts). Phytotoxic activity of *S. commune* and *T. versicolor* was investigated using inhibition of lateral roots emerging in *Cucumis sativus* L. seedlings as model. Our findings have shown that *S. commune* and *T. versicolor* cultivated in submerged conditions on breadcrumb exhibited similar physiological activity: the highest inhibition rates of fungal extracts were shown toward *P. vulgaris*; human erythrocyte hemagglutination with crude mycelia extracts didn't significantly differ from control. At the same time, *S. commune* hot water extract showed phytotoxic activity at concentrations higher 35 mg/ml, though *T. versicolor* hot water extract exhibited phytotoxic activity at all concentrations. The mycelia of *S. commune* and *T. versicolor* grown in submerged culture on breadcrumb possess antimicrobial and phytotoxic activity and can be assumed a safe base for dietary supplements and functional foods.

Key words: *Shizophyllum commune*, *Trametes versicolor*, physiological activity, breadcrumb.

ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ ТА ТВАРИН

УДК: 612.823-053.88 **DOI 10.18524/2077-1746.2015.2(37).55006**

Т. С. Комшук, к.б.н.
ДВНЗ України «Буковинський державний медичний університет», кафедра анатомії людини імені М. Г. Туркевича,
пр. Незалежності, 95/27, Чернівці, 58005, Україна, e-mail: rysnichuk@mail.ru

ГЕНДЕРНІ ВІДМІННОСТІ ЛІКВОРНОЇ СИСТЕМИ ГОЛОВНОГО МОЗКУ В ЛЮДЕЙ РІЗНОГО ВІКУ

На прикладі морфометричного дослідження магнітно-резонансних томограм осіб різного віку дано комплексну прижиттєву характеристику лікворної системи головного мозку людини. Вивчені гендерні особливості та міжпівкульна асиметрія проаналізованих показників.

Ключові слова: лікворна система, чоловіки, жінки, МРТ.

З віком змінюються не тільки розміри головного мозку, але і співвідношення його структур і розмах їх індивідуальних відмінностей, який може розширюватися, залишатись без змін або навіть звужуватися [5]. На сучасному етапі за допомогою різних методів можна досліджувати лікворну систему головного мозку людини прижиттєво [7]. Обстеження вентрикулярної системи головного мозку, як і центральної нервової системи в цілому, успішно застосовують магнітно-резонансну томографію (МРТ) [11]. Певна кількість досліджень присвячена вивченню різних патологічних змін головного мозку саме новітніми методами [8, 12]. Анатомічні та морфометричні аспекти становлення структур вентрикулярної системи головного мозку на різних стадіях постнатального періоду онтогенезу людини, які, власне, можна виявити сучасними методами отримання прижиттєвого зображення в умовах норми, вивчені недостатньо або не досліджені зовсім, а деякі з них залишаються дискусійними [4]. Дотепер не визначені показники МРТ окремих складових вентрикулярної системи головного мозку залежно від віку і статі людини. Це і спонукало дослідження вікових особливостей будови лікворної системи головного мозку людини [10]. Також вважаємо актуальним визначення прижиттєвих морфометричних характеристик вентрикулярної системи головного мозку у людей різного віку. Отримані морфометричні показники зможуть послужити еквівалентом анатомічної «норми» під час оцінки патологічних змін шлуночкової системи.

Мета дослідження полягала у проведенні морфометрії вентрикулярної системи головного мозку осіб різного віку та статі .

Робота виконана відповідно до основного плану НДР Буковинського державного медичного університету і являє собою фрагмент комплексної міжкафедральної теми «Закономірності перинатальної анатомії та ембріотопографії. Визначення статево-вікових особливостей будови і топографоанатомічних вза-

© Т. С. Комшук, 2015

ємовідношень органів та структур в онтогенезі людини» (№ державної реєстрації 0110U003078).

Матеріал і методи дослідження

Відповідно до рекомендацій VII Всесоюзної наукової конференції з питань вікової морфології, фізіології та біохімії (1965) усіх досліджуваних розділили на осіб юнацького віку – 11 обстежених; осіб II періоду зрілого віку – 51 обстежений; осіб старечого віку – 7 обстежених. Проаналізовано 69 томограм осіб різного віку: шість чоловіків та п'ять жінок юнацького віку; двадцять п'ять чоловіків та двадцять шість жінок II періоду зрілого віку та три чоловіки та чотири жінки старечого віку. Для дослідження використано групи осіб, заміри в яких здійснювали за магнітно-резонансними томограмами без виражених патологічних змін головного мозку (таких, як аневризми, кісти, пухлини, тощо) із застосуванням морфометричних методик згідно з рекомендаціями з енцефалометрії [4]. Обстеження проводились у відділенні променевої діагностики клінічного закладу «Рівненська обласна клінічна лікарня» на комп'ютерному томографі General Electric Healthcare «SignaMRI 1.5T» та у кабінеті магнітно-резонансної томографії клінічного закладу «Луцька міська клінічна лікарня» на комп'ютерному томографі Signa Profile Ce Medical Sistem — 1,5 Тл у стандартних анатомічних площинах (сагітальній, фронтальній і аксіальній).

Вивчено 13 морфометричних параметрів лікворної системи головного мозку, а саме розміри бічних, III та IV шлуночків головного мозку та довжину водопроводу в осіб обох статей різного віку.

При порівнянні парних показників (бічних шлуночків) вираховували коефіцієнт асиметрії ($К_{асм}$), який дорівнює різниці між показниками правого і лівого бічних шлуночків поділеної на суму показників правого і лівого шлуночків (у %).

Результати опрацьовували за методами дискрипційної статистики з використанням t-критерію подібності-відмінності Стьюдента.

Результати дослідження та їх обговорення

Відомо, кожна вікова група характеризується певним співвідношенням об'єму головного мозку і об'єму лікворної системи і субарахноїдальних просторів. Після 40 років у більшості клінічно здорових людей за даними МРТ виявляється тонка лінія гіперінтенсивного сигналу навколо бічних шлуночків — перивентрикулярний лейкоареоз [10]. З віковими змінами також пов'язують і наявність дрібних одиничних ішемічних осередків у зонах змішаного кровопостачання. Було показано, що в осіб без когнітивних порушень після 50 років об'єм великих півкуль зменшується на 2 % за кожні десять років. У здорових літніх людей з віком збільшується об'єм шлуночкової системи і субарахноїдальних просторів щодо об'єму головного мозку. Оскільки головний мозок в нормі займає 87–92 % внутрішньочерепного об'єму, то навіть незначне його

зменшення призводить до істотної зміни об'ємного співвідношення з ліквор-ними просторами [1].

Отримані морфометричні показники лікворної системи головного мозку можна використовувати як еквівалент анатомічної норми (див. таблицю).

Вивчення анатомії головного мозку здорових людей сприяє визначенню більш точної локалізації різних його структур в тривимірному просторі.

У більшості випадків при проведенні МРТ-дослідження на форму і розміри шлуночків звертається увага лише тоді, коли їх зміни явно виражені [3]. Спроби обчислити діапазон коливань розмірів шлуночків головного мозку в нормі робилися неодноразово, але за даними літератури отримані відомості досить суперечливі. Предметом спеціального вивчення є зміна стану лікворних просторів з віком.

Найбільша мінливість у вивчених морфометричних показниках спостерігалася в бічних шлуночках.

Виявлено тенденцію до збільшення довжини переднього рога бічного шлуночка справа як в юнаків ($К_{асм}$=1,0), так і у дівчат ($К_{асм}$=5,2). При цьому довжина переднього правого і лівого рогів бічних шлуночків у чоловіків перевищує на 11,3 % та 18,5 % (відповідно) довжину переднього рога у жінок.

Міжпівкульна асиметрія ширини переднього рога бічного шлуночка спостерігалася в юнаків із збільшенням ширини переднього рога справа на 10,2 % ($К_{асм}$=5,4), і в дівчат із збільшенням даного показника зліва на 4,5 % ($К_{асм}$=-2,4). При порівнянні ширини переднього рога бічного шлуночка між статями з'ясовано, що ширина переднього лівого рога бічного шлуночка в жінок перевищує на 15,9 % ширину відповідного рога в чоловіків.

Довжина тіла бічного шлуночка в юнаків більша справа ($К_{асм}$=1,5), а в дівчат — зліва ($К_{асм}$= 1,5). При оцінюванні гендерних відмінностей довжина тіла бічного шлуночка як справа, так і зліва була більшою в юнаків на 11,3 % та 18,5 % (відповідно) ніж у дівчат.

При аналізі ширини тіла бічного шлуночка виявлено наступне: у юнаків справа 10,5±1,0 мм, зліва — 12,0±1,9 мм, що на 12,5 % більше, у дівчат справа 10,5±0,7 мм, а зліва — 9,8±0,8 мм, що на 6,6 % менше. При порівнянні ширини тіла бічного шлуночка між статями спостерігалося збільшення показника в юнаків зліва на 22,5 %.

Міжпівкульна асиметрія довжини заднього рога бічного шлуночка спостерігалася у обох статей із збільшенням справа на 3,5 % в юнаків ($К_{асм}$=1,9) та 4,9 % у дівчат ($К_{асм}$=2,5). При порівнянні довжини заднього рога бічного шлуночка між статями спостерігалося збільшення показника в юнаків справа на 3,5 % та зліва — на 3,3 %.

Міжпівкульна асиметрія ширини заднього рога бічного шлуночка спостерігалася справа в юнаків на 9,5 % ($К_{асм}$=5,0). При порівнянні показника між статями виявлено збільшення його в дівчат справа на 6,7 %, зліва — на 17,4 %.

ISSN 2077-1746. Вісник ОНУ. Біологія. 2015. Т. 20, вип. 2(37)

Таблиця

Морфометричні показники шлуночків головного мозку в чоловіків та жінок різного віку (M±m)

№ п/п	Морфометричний показник (мм)		Юнацький вік (n=11)		II період зрілого віку (n = 51)		Старечий вік (n=7)	
			Справа	Зліва	Справа	Зліва	Справа	Зліва
1	Довжина переднього рога бічного шлуночка	Ч	26,5±1,3	26,0±1,5	26,9±2,2	27,0±1,8	28,4±0,9	29,2±0,9
		Ж	23,5±0,9	21,2±2,0	28,6±0,7	29,2±0,6	27,9±0,9	29,1±0,8
2	Ширина переднього рога бічного шлуночка	Ч	5,9±0,6	5,3±0,4	7,6±0,5	7,6±0,6	7,6±0,9	7,8±0,9
		Ж	6,0±0,5	6,3±0,5	8,1±0,7	8,4±0,7	8,3±0,9	7,5±0,9
3	Довжина тіла бічного шлуночка	Ч	46,0±3,0	44,9±3,0	47,6±3,3	46,8±2,7	51,5±0,9	50,4±0,9
		Ж	37,2±3,0	38,3±3,3	44,7±3,0	44,2±3,6	48,4±0,9	48,9±0,5
4	Ширина тіла бічного шлуночка	Ч	10,6±0,1	11,1±0,6	10,5±0,9	12,6±1,1	13,2±0,9	14,4±0,9
		Ж	10,6±0,7	9,8±0,8	11,1±0,9	14,8±1,0**	12,7±0,9	12,8±0,9
5	Довжина заднього рога бічного шлуночка	Ч	37,3±1,6	35,9±3,8	35,8±4,5	32,6±3,1	34,3±7,5	39,8±3,6
		Ж	36,6±3,3	34,8±3,5	31,0±2,6	31,5±2,4	36,3±3,8	37,7±5,2
6	Ширина заднього рога бічного шлуночка	Ч	8,4±1,1	7,6±0,1	9,3±0,5	8,9±0,6	7,3±0,9	7,3±1,2
		Ж	9,0±0,9	9,2±0,6*	9,4±0,6	9,8±0,7	6,3±0,9	6,4±0,9
7	Довжина нижнього рога бічного шлуночка	Ч	38,0±3,8	37,1±2,9	46,7±1,2	45,6±2,2	47,5±0,9	45,3±1,1
		Ж	38,6±1,4	39,4±1,7	45,5±4,4	44,2±4,4	44,8±0,9*	44,7±0,7
8	Передньо-задній розмір бічного шлуночка	Ч	89,7±8,8	86,6±6,7	89,9±2,1	87,5±1,8	96,5±0,9	99,6±1,1
		Ж	86,2±4,1	84,9±3,7	89,5±5,3	91,1±4,6	95,9±1,1	96,9±0,9
9	Довжина III шлуночка	Ч	28,0±3,0		26,9±1,4		25,6±0,9	
		Ж	24,9±1,9		27,9±0,9		24,9±0,9	
10	Висота III шлуночка	Ч	27,4±2,6		19,3±1,2		16,6±0,9	
		Ж	19,8±1,7*		21,3±1,2		16,6±0,9	
11	Довжина водопроводу мозку	Ч	17,8±1,5		13,6±0,6		12,7±0,9	
		Ж	16,7±4,0		13,6±0,7		13,5±0,9	
12	Довжина IV шлуночка	Ч	40,1±4,1		39,3±1,3		33,4±1,9	
		Ж	44,0±2,1		39,3±2,5		31,2±3,3	
13	Висота IV шлуночка	Ч	11,1±0,6		11,4±1,3		9,6±0,9	
		Ж	11,5±1,8		11,9±0,7		9,9±0,9*	

Примітки. * – вірогідна різниця між чоловіками та жінками, ** — вірогідна різниця між відповідними показниками справа та зліва; Ч — чоловіки, Ж — жінки

Міжпівкульна асиметрія нижнього рога бічного шлуночка траплялася в обох статей справа на 2,4 % в юнаків ($К_{асм}$=1,2) та 6,2 % у дівчат ($К_{асм}$=1,0). При порівнянні показника між статями виявлено збільшення його в юнаків як справа, так і зліва на 3,7 % та 6,2 % відповідно.

Передньо-задній розмір бічного шлуночка був більшим справа як у юнаків, так і в дівчат на 3,5 % ($К_{асм}$=1,8) та 1,5 % ($К_{асм}$=0,8) відповідно. При вивченні гендерних особливостей показник був більшим у юнаків як справа, так і зліва на 3,9 % та 2,0 % відповідно.

При порівнянні довжини та висоти III шлуночка показника між статями виявлено вірогідне збільшення висоти III шлуночка в юнаків на 27,7 %.

Довжина водопроводу в юнаків становила 17,8±1,5 мм, у дівчат — 16,7±4,0 мм, що на 6,2 % менше.

Проаналізовано довжину та висоту IV шлуночка, яка становила в юнаків 40,1±4,1 та 11,1±0,6 мм відповідно, а в дівчат 44,0±2,1 та 11,5±1,8 мм відповідно. При порівнянні показника між статями виявлено переважання довжини IV шлуночка в дівчат на 8,9 %.

У II періоді зрілого віку довжина переднього рога бічного шлуночка дещо більша зліва в чоловіків на 0,7 % та на 2,1 % у жінок. Спостерігалося збільшення довжини переднього рога зліва в жінок, порівняно з чоловіками. Ширина переднього рога бічного шлуночка більша в жінок порівняно з чоловіками. Також в осіб жіночої статі спостерігалося збільшення ширини переднього рога зліва порівняно з правим. Довжина тіла бічного шлуночка менша в жінок порівняно з чоловіками та виявлена міжпівкульна асиметрія зі збільшенням показника справа в осіб обох статей: у чоловіків — на 6,1 % ($К_{асм}$ = 0,9) і у жінок — на 5,6 % ($К_{асм}$ = 0,6). Ширина тіла бічного шлуночка вірогідно більша в жінок як справа, так і зліва, і відмічалася асиметрія даного показника зі збільшенням зліва як у чоловіків ($К_{асм}$ = -9,1), так і в жінок ($К_{асм}$ = -14,3).

Довжина заднього рога бічного шлуночка з обох боків менша в жінок, ніж у чоловіків. В осіб чоловічої статі спостерігалася асиметрія зі збільшенням довжини заднього рога зліва порівняно з правим ($К_{асм}$ = 4,7), а в жінок — навпаки ($К_{асм}$ = -0,8).

Ширина заднього рога бічного шлуночка зліва більша в жінок порівняно з чоловіками ($К_{асм}$ = -2,1), а в чоловіків — навпаки ($К_{асм}$ = 2,2).

Довжина нижнього рога бічного шлуночка збільшена справа на 2,1 % у чоловіків ($К_{асм}$ = 1,2), та на 2,2 % у жінок ($К_{асм}$ = 1,5). Різниця відмічалася між показником у чоловіків.

Передньо-задній розмір бічного шлуночка становив у чоловіків справа — 89,9±2,1 мм, зліва — 87,5±1,8 мм ($К_{асм}$=1,4), у жінок справа — 89,5±5,3 мм, зліва — 91,1±4,6 мм ($К_{асм}$=-0,9).

Довжина та ширина III шлуночка була більшою в жінок порівняно з чоловіками. Довжина водопроводу та IV шлуночка не відрізнялася. Висота IV шлуночка переважала в жінок щодо показника у чоловіків.

В осіб старечого віку встановлено, що довжина переднього рога бічного шлуночка є більшою зліва, як у чоловіків, так і в жінок на 2,7 %, та 4,1 % відповідно. Виявлена незначна міжпівкульна асиметрія даного показника в чоловіків ($К_{асм}$ = -1,3), та в жінок ($К_{асм}$ = -2,1).

Ширина переднього рога бічного шлуночка однакова справа і зліва в чоловіків, тоді як в осіб жіночої статі спостерігається збільшення показника справа на 9,6 %. При порівнянні показника між статями виявлено тенденцію до його збільшення справа у жінок на 8,4 %.

Довжина тіла бічного шлуночка як справа, так і зліва, є вірогідно меншою у жінок порівняно з чоловіками. Міжпівкульної асиметрії довжини тіла бічного шлуночка як у чоловіків, так і у жінок не спостерігається. Ширина тіла бічного шлуночка вірогідно більша у чоловіків зліва на 8,3 %. У чоловіків ширина тіла більша як справа, так і зліва порівняно з жінками.

Довжина заднього рога бічного шлуночка зліва в чоловіків є вірогідно більшою на 13,8 % порівняно з правим ($К_{асм}$ = -7,4), а в жінок всього на 3,7 % ($К_{асм}$ = -1,9). При порівнянні показника між статями виявлено збільшення його справа в жінок на 5,5 % порівняно з протилежною статтю, а в чоловіків показник зліва більший на 5,3 %.

Ширина заднього рога бічного шлуночка однакова з обох боків в осіб обох статей. Відмічено певне збільшення показника в чоловіків, порівняно з жінками, як справа, так і зліва на 13,7 % та 12,3 % відповідно.

Довжина нижнього рога бічного шлуночка вірогідно більша справа в чоловіків ($К_{асм}$=2,4). Також виявлена вірогідна статева відмінність показника як справа, так і зліва, зі збільшенням у чоловіків.

Передньо-задній розмір бічного шлуночка вірогідно більший у чоловіків, порівняно з жінками. При аналізі міжпівкульної різниці даної величини виявлено вірогідне збільшення передньо-заднього розміру бічного шлуночка зліва в чоловіків ($К_{асм}$ = -1,6).

Довжина III шлуночка дещо переважає в чоловіків порівняно з жінками (на 2,7 %). Статевих відмінностей у висоті III шлуночка не виявлено. Довжина водопроводу мозку, навпаки, є вірогідно більшою в жінок, ніж у чоловіків. Довжина IV шлуночка має тенденцію до переважання в чоловіків на 6,6 %, а висота — у жінок, на 3,0 %.

За даними досліджень В. В. Корниенко та ін. [6] об’єм шлуночкової системи залишається відносно постійним до 60 років, потім прогресивно збільшується, супроводжуючись асиметричним розширенням бічних шлуночків, більшою мірою в домінантному півкулі.

Характеризуючи процес вікових змін головного мозку, Braun S.M. [9] вказують, що розміри шлуночкової системи постійні і незмінні до 70 років, а потім з’являється незначна симетричне розширення бічних шлуночків.

Пикалюк В. С. та ін. [2] підкреслює, що зі збільшенням окружності черепа, ширина третього шлуночка значно зменшується. У період з 16 до 20 років і з

50 до 57 років має місце фізіологічне незначне розширення бічних шлуночків, з 58 до 79 років виявляється більш виражене збільшення параметрів всієї шлуночкової системи головного мозку; у зв'язку з цим необхідно враховувати вікові коливання норми.

При проведенні дослідження встановлено збільшення розмірів структур шлуночкової системи мозку з віком у обох статей. Особливих коливань у розмірах зазнають бічні шлуночки. Так, у представників чоловічої статі довжина передніх рогів як справа, так і зліва збільшується у старечому віці на 6,7 та 11,3 % відповідно. У жінок спостерігається збільшення дожини даних структур вже у II періоді зрілого віку як справа, так і зліва на 17,8 та 27,4 % відповідно. Ширина переднього рога збільшується у обох статей вже в II періоді зрілого віку. У чоловіків даний показник справа збільшується на 22,4 %, а зліва – на 30,3 %, у жінок збільшується справа на 25,9 %, а зліва – на 25,0 %.

Довжина тіла бічного шлуночка збільшується з віком як у чоловіків, так і у жінок на 10,8 % та 22,0 % відповідно, міжпівкульної асиметрії не виявлено. Спостерігається зменшення довжини заднього рога з віком у чоловіків справа на 8,0 %. Довжина нижнього рога з віком зростає у чоловіків як справа, так і зліва на 20,0 % та 18,1 % відповідно. У жінок довжина нижнього рога також збільшується з віком з обох боків, справа на 13,8 %, а зліва – на 11,9 %. Передньо-задній розмір збільшується в обох статей у старечому віці. У чоловіків справа на 7,0 %, зліва на 13,1 %, у жінок – справа на 10,1 %, зліва на 12,4 %. Висота III шлуночка поступово зменшується до старечого віку на 37,4 % у чоловіків, та на 16,2 % у жінок. Довжина водопроводу також має тенденцію до вкорочення у чоловіків на 28,7 %, а в жінок – на 19,2 %. Довжина IV шлуночка зменшується з віком у представників обох статей: у чоловіків на 16,7 %, а в жінок – на 29,1 %.

Висновок

Виявлений дослідженням статевий диморфізм вентрикулярної системи мозку в осіб різного віку проявляється двобічним переважанням у чоловіків довжини тіла бічного шлуночка, правобічним збільшенням довжини нижнього рога бічного шлуночка над аналогічними розмірами в жінок; водночас, у жінок переважають ширина переднього рога бічних шлуночків, довжина водопроводу мозку та висота IV шлуночка. З віком у представників обох статей зростають розміри бічних шлуночків, окрім довжини заднього рога. Розміри III і IV шлуночків та водопроводу навпаки зменшуються з віком у обох статей.

Перспективи подальших досліджень полягають в аналізі даних показників залежно від типу тілобудови обстежених та їх краніометричних показників.

Список використаної літератури

1. *Косоуров А. К.* Возможности магнитно-резонансной томографии в морфологических исследованиях / А. К. Косоуров, Г. Д. Рохлин, И. А. Благова // Морфология. – 1999. – Т. 115, № 2. – С. 59–65.
2. *Ликвор* как гуморальная среда организма / [Пикалюк В. С., Бессалова Е. Ю., Ткач В. В. и др.]: под ред. проф. В. С. Пикалюка. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2010. – 192 с.
3. *Лучевая* диагностика опухолей головного и спинного мозга / Б. В. Гайдар [и др.]. – СПб.: Фолиант, 2006. – 336 с.
4. *Мёллер Т. Б.* Норма при КТ- и МРТ-исследованиях / Т. Б. Мёллер, Э. Райф; Пер. с англ.; Под общ. ред. Г. Е. Труфанова, Н. В. Марченко. – 2-е изд. – М.: МЕДпресс-информ, 2013. – 256 с.
5. *Методика* измерения боковых желудочков при МРТ-исследовании головного мозга человека / И. А. Андреев, А. Д. Халиков, Н. Р. Карелина [и др.]: матер. Всеросс. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения А. Н. Максименкова [«Анатомо-физиологические аспекты современных хирургических технологий»] (22–23 июля 2006 г.). – СПб., 2006. – С. 66.
6. *МРТ* в диагностике нейрохирургических заболеваний головного мозга / В. В. Корниенко [и др.] // Клиническое применение магнитно- резонансной томографии. – 1991. – С. 31–32.11
7. *Оценка* размеров боковых желудочков головного мозга на основе МРТ у мужчин зрелого возраста, имеющих различную форму черепа / И. А. Андреев, Н. Р. Карелина, Е. Н. Комиссарова [и др.] // Морфология. – 2008. – Т. 133, № 2. – С. 10.
8. *Струкова С. С.* Морфометрическая характеристика желудочков головного мозга у детей разного возраста по данным магнитно-резонансной томографии / С. С. Струкова: матер. докл. VIII конгр. Междунар. ассоц. морфологов (г. Орел, 15 сент. 2006 г.) // Морфология. – 2006. – Т. 129, № 4. – С. 119–120.
9. *Braun S. M.* Adult neurogenesis: mechanisms and functional significance / S. M. Braun, S. Jessberger // Development. – 2014. – V. 141. – P. 1983–1986.
10. *Dimension* of interventricular foramen and cerebral aqueduct according to different parameters examined by MR imaging of 100 patients / H. H. Celik, E. Akpinar, H. S. Surucu [et al.] // 1st Joint Meeting of EACA and AACA (Graz, July 7–11, 2003). – Graz, 2003. – P. 153.
11. *Fast* MR imaging of fetal central nervous system abnormalities / D. Levine, P. D. Barnes, R. R. Robertson [et al.] // Radiology. – 2003. – V. 229, № 1. – P. 51–61.
12. *Incidental* Findings on Brain MRI in the General Population / M. W. Vernooij, M. A. Ikram, L. Tangheet [et al.] // New Engl. J. Med. – 2007. – Vol. 357. – P. 1821–1828.

Стаття надійшла до редакції 03.06.2015

Т. С. Комшук
ГВУЗ Украины «Буковинский государственный медицинский университет»,
кафедра анатомии человека имени Н. Г. Туркевича,
Черновцы, Театральная пл., 2, 58000, Украина

ГЕНДЕРНЫЕ РАЗЛИЧИЯ ЛИКВОРНОЙ СИСТЕМЫ МОЗГА У ЛЮДЕЙ РАЗНЫХ ВОЗРАСТОВ

Резюме
На примере морфометрического исследования магнитно-резонансных томограмм лиц разного возраста дана комплексная прижизненная характеристика ликворной системы головного мозга человека. Изучены гендерные особенности и межполушарная асимметрия проанализированных показателей.
Проанализированы 69 томограмм лиц разного возраста без выраженных патологических изменений головного мозга с применением морфометрических методик согласно рекомендациям по энцефалометрии. Изучено 13 морфометрических параметров ликворной системы головного мозга, а именно разме-

ры боковых, III и IV желудочков головного мозга и длину водопровода у лиц обоего пола всех возрастов.
Исследованием обнаружен половой диморфизм желудочковой системы мозга у лиц разного возраста, который проявляется двусторонним преобладанием у мужчин длины тела бокового желудочка, правосторонним увеличением длины нижнего рога бокового желудочка над аналогичными размерами у женщин; одновременно у женщин преобладают ширина переднего рога боковых желудочков, длина водопровода мозга и высота IV желудочка. С возрастом у представителей обоих полов растут размеры боковых желудочков, кроме длины заднего рога. Размеры III и IV желудочков и водопровода наоборот уменьшаются с возрастом у обоих полов.

Ключевые слова: ликворная система, мужчины, женщины, МРТ.

T. S. Komshuk
SHEI Ukraine «Bukovina State Medical University», Department of Human Anatomy named M. G. Turkevich,
95/27, sq. Nezalezhnosti, Chernivtsi, 58000, Ukraine, e-mail: rysnichuk@mail.ru

GENDER DIFFERENCES OF LIQUOR BRAIN SYSTEM IN PERSONS OF ALL AGES

Abstract
Tomogramms analyzed 69 individuals of all ages without the expressed pathological changes in the brain using morphometric methods according to the recommendations of encephalometry. There were studied 13 morphometric parameters liquor system of the brain, namely the lateral dimensions, III and IV brain ventricles and the length of the fluid in both sexes of all ages.
The study found an increase in the size of structures ventricular system of the brain with age in both sexes. There were found special experiencing fluctuations in the size of the lateral ventricle.
There were discovered sexual dimorphism of ventricular system of the brain in people of all ages bilateral evident predominance of male body length of the lateral ventricle, right increasing length of the lower horn of the lateral ventricle of similar size in women; at the same time, women predominate width front horn of the lateral ventricles, water supply cord length and height of the IV ventricle. With age, both genders grow the size of the lateral ventricles than the length of the posterior horn. Dimensions III and IV ventricles and aqueduct conversely decrease with age in both sexes.

Keywords: liquor System, men, women, MRI.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

1. ПРОФІЛЬ ЖУРНАЛУ

1.1. «Вісник Одеського національного університету. Біологія» здійснює такі публікації:

1. Наукові статті
2. Короткі повідомлення
3. Бібліографія.
4. Матеріали конференцій.
5. Рецензії
6. Матеріали з історії науки та університету

1.2. У певному конкретному випуску один автор має право надрукувати тільки одну самостійну статтю

1.3. Мова видання — українська, російська, англійська

1.4. До редакції «Вісника...» подається

Відредагований і погоджений з редколегією текст статті, записаної на електронному носії у форматі *.doc (гарнітура Times New Roman (Cyr), кегль 14, відстань між рядками 1,5 інтервали; поля: ліве — 2,5 см, праве — 1,5 см, верхнє — 2 см, нижнє — 2 см), набраний без застосування функції «Розстановка переносів» та два підписаних екземпляри “роздруківки” з неї.

Резюме двома мовами (зразок оформлення публікації наведено наприкінці Правил).

Рекомендація кафедри або наукової установи до друку

2. ПІДГОТОВКА СТАТТІ – ОБОВ’ЯЗКОВІ СКЛАДОВІ

Оригінальна стаття має включати:

2.1. Вступ, в якому обговорюють актуальність проблеми, формулюють мету та основні завдання дослідження

2.2. Матеріали і методи дослідження

2.3. Результати дослідження

2.4. Аналіз результатів або їх обговорення

2.5. Висновки

2.6. Список використаної літератури та References

2.7. Анотація мовою оригіналу статті та українською, якщо стаття подається російською або англійською мовами і резюме (українською, англійською)

2.8. Ключові слова

3. ОФОРМЛЕННЯ РУКОПИСУ, ОБСЯГ. ПОСЛІДОВНІСТЬ ТА РОЗТАШУВАННЯ ОБОВ'ЯЗКОВИХ СКЛАДОВИХ СТАТТІ

3.1. Обсяг рукопису наукової статті (з урахуванням малюнків, таблиць і підписів до них, анотацій, резюме, списку літератури) — 8-15 сторінок друкованого тексту, оглядів — до 20 сторінок, рецензій — до 3 сторінок, коротких повідомлень — до 2 сторінок. Рукописи більшого обсягу приймаються до журналу тільки після попереднього узгодження з редколегією.

3.2. Послідовність друкування окремих складових наукової статті має бути такою:

1. УДК – в лівому верхньому кутку першого аркуша
2. Прізвище та ініціали автора (авторів) мовою статті, вчений ступінь та посада.
3. Назва наукової установи (в тому числі відділу, кафедри, де виконано працю).
4. Повна поштова адреса (за міжнародним стандартом), телефон та електронна адреса (e-mail) для співпраці з авторами.
5. Назва статті. Вона повинна точно відбивати зміст праці, бути короткою (в межах 9 повнозначних слів), містити ключові слова.
6. Анотація мовою оригіналу друкується перед початком статті з відступом 20 мм від лівого поля. Містить не більше 50 повнозначних слів і передує (окремим абзацом) основному тексту статті.
7. Під анотацією друкуються ключові слова, які відокремлюються крапкою з комою.
8. Далі йде текст статті, що включає основні змістові розділи, список використаної літератури.
9. Таблиці та малюнки разом з підписами та необхідними поясненнями до них розміщуються у тексті статті, після першого згадування про них у тексті
10. На окремому аркуші подаються анотація (російською мовою для україномовних статей та українською мовою для російсько- та англомовних статей) та резюме (українською та англійською мовами), оформлених таким чином: прізвище та ініціали автора (авторів), назва наукової установи, повна поштова адреса установи, назва статті, слово "Резюме" (Abstract), текст резюме, ключові слова. Резюме повинне бути зрозумілим без звертання до самої публікації включати актуальність проблеми, мету, методи дослідження, основні результати дослідження, висновки та конкретні пропозиції автора. Об'єм резюме 150-280 слів. З основними вимогами до «Резюме» можна ознайомитись на сайті *http://visbio.onu.edu.ua/about/submissions#authorGuidelines.*

3.3 Стаття повинна бути підписана автором (авторами).

4. МОВНЕ ОФОРМЛЕННЯ ТЕКСТУ: ТЕРМІНОЛОГІЯ. УМОВНІ СКОРОЧЕННЯ, ПОСИЛАННЯ. ТАБЛИЦІ, СХЕМИ, МАЛЮНКИ

4.1. Автори несуть повну відповідальність за бездоганне мовне оформлення тексту, за правильну українську наукову термінологію (її слід звіряти за фаховими термінологічними словниками).

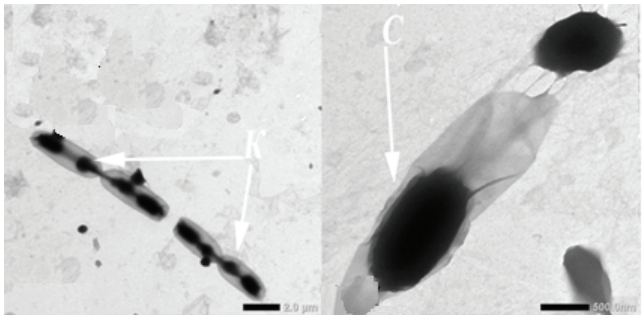
4.2. Латинські біологічні терміни (назви видів, родів) подаються обов'язково латиницею і курсивом. За першого вживання латинської назви у дужках слід обов'язково подати український відповідник назви.

4.3. Якщо часто повторювані у тексті словосполучення автор вважає за потрібне скоротити, то такі абревіатури за першого вживання наводять у дужках. Наприклад: селекційно-генетичний інститут (далі СГІ).

4.4. Посилання на літературу подаються у тексті статті, обов'язково у квадратних дужках, цифрами. Цифра в дужках позначає номер праці у «Списку використаної літератури». Назви праць у списку літератури розташовуються у алфавітному порядку і оформлюються за ГОСТ 7.1:2006 (див. «Бюлетень ВАК України, 2009, № 5, с 26-30).

4.5. Цифровий матеріал, по можливості, слід зводити у таблиці і не дублювати у тексті. Таблиці повинні бути компактними, мати порядковий номер; графи, колонки мають бути точно визначеними логічно і графічно. Цифровий матеріал таблиць повинен бути оброблений статистично. Матеріал таблиць (як і малюнків) повинен бути зрозумілим незалежно від тексту статті.

При об'єднанні декількох рисунків або фотографій в один рисунок рекомендується позначати кожен з них прописними літерами знизу. Наприклад:



а *б*

Рис. Кристали (а) та ендоспори (б) штаму Bacillus sp. ONU29, отримані методом електронної мікроскопії

4.6. Рисунки виконуються у програмах “Діаграма Microsoft Graph” або “Діаграма Microsoft Excel” та вставляються у текст. Кожна крива на рисунку повинна мати номер, зміст кривих пояснюється у підписах під рисунком. На осях абсцис і ординат рисунка зазначається лише величина, що вимірюється, і розмірність в одиницях СІ (%, мм, г і т.п.).

4.7. У розділі «Результати досліджень» (якщо цей розділ не поєднаний з «Аналізом результатів», див. 2.4) необхідно викласти лише виявлені ефекти без коментарів — всі коментарі та пояснення подаються в і результатів». При викладі результатів слід уникати повторення змісту таблиць та рисунків, а звертати увагу на найважливіші факти та певні закономірності, що з них випливають. Математичні (хімічні) формули виконуються засобами внутрішнього редактора формул «Microsoft Equal" і, при потребі, нумеруються.

4.8. У розділі "Аналіз результатів" необхідно показати причинно-результативні зв'язки між встановленими ефектами, порівняти отриману інформацію з даними літератури і наголосити на виявлених нових даних. При аналізі слід посилатися на ілюстративний матеріал статті. Аналіз має закінчуватися відповіддю на питання, поставлені у вступі.

Редколегія має право редагувати текст статей, рисунків та підписів до них, погоджуючи відредагований варіант з автором, а також відхиляти рукописи, якщо вони не відповідають вимогам «Вісника ОНУ. Біологія». Рукописи статей, що прийняті до публікування, авторам не повертаються.

5. ЛІТЕРАТУРА

Список літератури друкується мовою оригіналу відповідної праці. Назви праць у списку літератури розташовуються у алфавітному порядку і оформлюються за ГОСТ 7.1:2006

Додатково у електронному варіанті необхідно додати References оформлений згідно міжнародним стандартам за гарвардським стилем (BSI) на англійській мові. При оформленні російськомовного джерела іншою мовою після переведення джерела в [квадратних дужках] вказується транслітерування російського вихідного джерела в тих же рамках оформлення на англійську мову. Детальну інформацію та приклади можна отримати на сайті *http://visbio.onu.edu.ua/about/submissions#authorGuidelines.*

Приклади бібліографічних описань за ГОСТ 7.1:2006

Книги, монографії, атласи, словники

1. *Горячковский А. М.* Клиническая биохимия в лабораторной диагностике: [справочное пособие] / *А. М. Горячковский*. — Одесса: Екология, 2005. — 616 с.
2. *Эккерт Р.* Физиология животных. Механизмы и адаптация / Р. Эккерт, Д. Рэнделл, Дж. Огастин; пер. с англ. Н. Н. Алипова, М. И. Харченко. — Москва: Мир, 1992. — 344 с. — (Т. 2)
3. *Поздеев О. К.* Медицинская микробиология: учебник для ВУЗов / под ред. В. И. Покровского. — М.: ГЭОТАР-МЕД, 2002. — 786 с.
4. *Определитель* высших растений Украины / Д. Н. Доброчаева, М. И. Котов, Ю. Н. Прокудин и др. — Киев: Наукова думка, 1987. — 548 с.

5. *Анатомія* пам'яті: атлас схем і рисунків провідних шляхів і структур нервової системи, що беруть участь у процесах пам'яті: посіб. для студ. та лікарів / О. Л. Дроздов, Л. А. Дзяк, В. О. Козлов, В. Д. Маковецький. — 2-ге вид, розшир. та доповн. – Дніпропетровськ: Пороги, 2005. — 218 с.
6. *Українсько*-німецький тематичний словник / [уклад. Н. Яцко та ін.]. — Київ: Карпенко, 2007. — 219 с.

Статті із журналів

1. *Андриевский А. М.* Онтогенетические особенности пептидгидролазной активности экстрактов тканей Drosophila melanogaster / А. М. Андриевский, С. В. Катаненко, В. Н. Тоцкий // Укр. биохим. журн. — 1982. — Т.5 4, № 5. — С. 519–524.
2. *Zhou S.* Drug bioactivation, covalent binding to target proteins and toxicity relevance / S. Zhou, E. Chhan, W. Duan, F. Newmen // Drug Metab Rev. — 2005. — Vol. 37 (1) — P. 41–213.

Збірки

1. *Андриевский А. М.*Спектр тканевых карбоксиэстераз в онтогенезе суслика крапчатого (*Spermophilus suslicus* Guld.) / А. М. Андриевский, Ю. Н. Олейник, В. А. Кучеров, А. С. Асманская // Генетика в современном обществе: науч. конф., 3–5 окт. 2004 г.: тезисы докл. — Харьков, 2004. — С. 12.
2. Селекция in vitro генотипов пшеницы с комплексной устойчивостью к фузариозу злаков / Е. А. Клечковская, С. А. Игнатова, А. И. Слепченко и др. // Биология клеток растений in vitro, биотехнология и сохранение генофонда: VII междунар. симп.: труды. — Москва, 2001. — С. 372.
3. *De Man J. C.* Cell transfer and Interferon Studies / J. C. De Man, M. Rogosa, M. E. Sharpe // Abstracts of the V International symposium of immunopharmacology,17–21 May 2004: proc. of conf, Quebec, 2004. — P. 31.

Дисертації, автореферати дисертації

1. *Олярник О. О.* Дослідження процесів перекисного окислення ліпідів та активності ферментів антиоксидантного захисту при цукровому діабеті: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня, канд. біол. наук: 03.00.04 "Биохимия" / О. О. Олярник. — К., 2007. — 17 с.
2. *Олярник О. О.* Дослідження процесів перекисного окислення ліпідів та активності ферментів антиоксидантного захисту при цукровому діабеті: дис… канд. біол. наук: 03.00.04 / Олексій Олексійович Орляник. — Київ, 2007. — 117 с.
3. *Патент* України СО7Д 243/24 ФС № 953812. Способ отримання 3-окси-7-бром-5(орто-хлор)-бенздиазепина / И. И. Иванов; заявитель и патентообладатель Физико-химический институт им. А. В. Богатского. – № 19803; Заявл. 09.04.90; опубл. 22.06.92; НКИ 355/68. — 3 с.

Депоновані наукові роботи, патенти, авторські свідоцтво

1. *Рябушко Л. И.* Микрофитобентос Филлофорного поля Зернова. – Севастополь: Деп. в ВИНИТИ 11.07.91 г., № 2981. — В91, 1991. — 28 с.

2. *Патент* України СО7Д 243/24 ФС № 953812. Способ отримання 3-окси-7-бром-5(орто-хлор)-бенздиазепина / И. И. Иванов; заявитель и патентообладатель Физико-химический институт им. А. В. Богатского. – № 19803; Заявл. 09.04.90; опубл. 22.06.92; НКИ 355/68. — 3 с.

Приклади бібліографічних описань за BSI

Книги

1. Horiachkovskii A. M. (2005) Clinical Biochemistry in laboratory diagnostics [Klinicheskaia biokhimiia v laboratornoi diahnostike], Odessa: Ecology, 616 p.

2. Dobrochaeva D. N., Kotov M. I., Prokudin Yu. N. (1987) The determinant of higher plants of Ukraine [Opredelitel visshih rastenii Ukrainy], Kiev, 548 p.

Книги під редакцією

3. Pozdeev O. K. (2002) Medical microbiology: a textbook for high schools. In editor: Pokrovskiy V. I. [Meditsinskaia microbiolohiia: uchebnik dlia VUZ], Moskva: GEOTAR-MED, 786 p.

Статті, збірки

4. Andrievskii A. M., Katanenko S. V., Totskii V. N. (1982) "Developmental features peptidgidrolazy activity of extracts of tissues *Drosophila melanogaster*" ["Ontoheneticheskie osobennosti peptidhidrolazonoi aktivnosti ekstraktov tkanei *Drosophila melanogaster*"], Ukr. biochemistri J, No 54, 5, pp 519-524.

5. Klechkovskaia E. A., Ihnatova C. A., Slepchenko A. I. (2010) "Selection of *in vitro* wheat genotypes with complex resistance to fusarium cereals", Biology of plant cells *in vitro*, biotechnology and the preservation of the gene pool, VII International Symposium ["Selektsiia in vitro henotipov pshenitsi s kompleksnoi ustoichivostiu k fuzariozu zlakov" Biolohiia kletok rastenii *in vitro*, biotekhnolohiia i sokhranenie henofonda], Moskow, p 372.

6. De Man J. C. (2004) "Cell transfer and Interferon Studies", Abstracts of the V International symposium of immunopharmacology, 17–21 May 2004: proc. of conf, Quebec, P. 31.

Дисертації, автореферати

7. Oliarnyk O. O. (2007) The study of lipid peroxidation and activity of antioxidant enzymes in diabetes [Doslidzhennia protsessiv perekysnoho okyslennia lipidiv ta aktyvnosti fermentiv antyoksydantnoho zakhystu pry tsukrovomu diabeti. dis…. kand. biol. nauk], Kiev, 117 p.

6. Зразок оформлення публікації

УДК 615.015.11:615.261.1:615.032

І. А. Кравченко[1,2], д-р біол. наук, професор
Б. В. Приступа[1], аспірант
А. О. Кобернік[1], канд. біол. наук, старший викладач
[1]Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра фармацевтичної хімії,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна. e-mail: koberni@mail.ru
[2]Фізико-хімічний інститут імені О.В. Богатського НАН України, Люстдорфська дорога, 86, Одеса, 65080.

ПРОТИЗАПАЛЬНА АКТИВНІСТЬ ЕСТЕРІВ ІБУПРОФЕНУ ПРИ ТРАНСДЕРМАЛЬНОМУ ВВЕДЕННІ

На моделі карагенін-індукованого запалення встановлено, що рівень протизапальної активності складних естерів ібупрофену з різною довжиною вуглеводневого ланцюга при їх трансдермальному введенні за показниками динаміки зміни ширини та об'єму осередку запалення не поступаються ефекту референт-препарату – мазі ібупрофену, а у випадку використання довголанцюгових естерів навіть перевищують його ефект.

Ключові слова*:* протизапальна активність, НПЗЗ, естери ібупрофену, карагенін, трансдермальне введеня.

... Текст вступу до статті
Матеріали та методи досліджень
Текст матеріалів та методів роботи
Результати та їх обговорення
Викладення результатів та їх аналіз
Висновки

Список використаної літератури

1. *Головенко Н. Я.* Биохимическая фармакология пролекарств / Н. Я. Головенко, И. А. Кравченко. – Одесса: Екологія, 2007. – 358 с.
2. *Morris C. J.* Carrageenan-induced paw edema in the rat and mouse / C. J. Morris // Methods Mol. Biol. – 2003. – V. 225. – P. 121.

И. А. Кравченко[1,2], Б. В. Приступа[1], А. А. Коберник[1]
[1]Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,
кафедра фармацевтической химии
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина, e-mail: koberni@mail.ru
[2]Физико-химический институт имени А. В. Богатского НАН Украины,
Люстдорфская дорога, 86, Одесса, 65080

ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ ИБУПРОФЕНА ПРИ ТРАНСДЕРМАЛЬНОМ ВВЕДЕНИИ

Резюме
В результате проведенного исследования было показано, что уровень противовоспалительной активности эфиров ибупрофена с разной длиной углеродной цепи при их трансдермальном введении по показателям динамики изменения объема очага воспаления не уступают эффекту референт-препарата – мази ибупрофена на модели карагенин-индуцированого воспаления. А в случае использования длинноцепочечных эфиров действуют лучше препарата сравнения.
Ключевые слова: противовоспалительная активность, эфиры, ибупрофен, каррагенин, трансдермальное введение.

I. A. Kravchenko[1,2], B. V. Prystupa[1], A. O. Kobernik[1]
[1]Odesa National Mechnykov University, Pharmaceutical Chemistry Department
2, Dvoryanska str., Odesa, 65082, Ukraine, e-mail: koberni@mail.ru
[2]A. V. Bogatsky Physico-Chemical Institute of NAS Ukraine
86, Lustdorfska doroga, Odesa, 65080, Ukraine

ANTI-INFLAMMATORY ACTIVITY OF IBUPROFEN ESTERS BY TRANSDERMAL DELIVERY

Abstract
The goal of this study was to investigate the anti-inflammatory activity of ibuprofen esters ointment after their transdermal application on the model of carrageenan-induced inflammation in experimental animals. In this paper, we have studied the transdermal delivery of ibuprofen esters with methyl, ethyl, octyl and heptyl radicals. The anti-inflammatory activity was assessed on the basis of inhibition of paw edema induced by the injection of 0.2 ml of 0.2 % solution of carrageenan (an edematogenic agent) into the subplantar region of the hind paw of the rat. The ointments were consisted of PEG -1500, PEO -400 and 1,2- propylene glycol in the following proportions: 4 : 2: 3 and consisted 5 % of ibuprofen esters. For comparison, 5 % ibuprofen ointment (cream Dolhit) was used. Paw volumes were measured at the beginning of the experiment with a plethysmometer. As a result of the study, it was shown that the level of anti-inflammatory activity ointment with ibuprofen esters with different length of radical in transdermal delivery was not different from anti-inflammatory activity of the commercial referent drug – ibuprofen ointment and in some cases, were more active.
We shown that the transdermal delivery of methyl, ethyl and heptyl esters of ibuprofen reduces the level of white blood cells in the blood of experimental rats to the level of physiological norm at the 4th day, after a significant level increase in the acute phase of inflammation.
Key words: anti-inflammatory activity, NSAIDs, ibuprofen esters, carrageenan, transdermal delivery.

Підписано до друку 17.12.2015 р. Формат 70×108/16.
Ум. друк. арк. 10,0. Тираж 100 прим. Зам. № 1301.

Видавець і виготовлювач
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4215 від 22.11.2011 р.
65082, м. Одеса, вул. Єлісаветинська, 12, Україна
Тел.: (048) 723 28 39
e-mail: druk@onu.edu.ua