28.0
В-53

ВІСНИК

ПРИКАРПАТСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНИКА

СЕРІЯ "БІОЛОГІЯ"

Випуск X

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ВІСНИК
ПРИКАРПАТСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
імені Василя Стефаника

СЕРІЯ БІОЛОГІЯ

ВИПУСК X

НБ ПНУС
754513

Івано-Франківськ
Гостинець
2008

ББК 28.73
В53

Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Серія Біологія. - Івано-Франківськ: Гостинець, 2008. - Вип. X. – 125 с.

У віснику висвітлюються результати наукових досліджень з актуальних проблем біології: ботаніки, зоології, генетики, біохімії (біологічні науки), фізіології та анатомії людини і тварин, екології (біологічні науки), агрохімії. Сфера розповсюдження – загальнодержавна. Категоря читачів: викладачі, студенти, наукові співробітники вищих навчальних закладів, наукові співробітники науково-дослідних інститутів Національної Академії Наук України та Академій галузевих Міністерств України.

The almanac presents the results of the research dealing with the problems of biology: botany, zoology, genetic, biochemistry, human and animal physiology, ecology, agrochemistry. The almanac is designed for research workers, teachers, graduate students, undergraduate students and all persons who have interest in the above problems.

Друкується за ухвалою Вченої ради Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Протокол № 8 від 04.03.2008 р.

Наукове видання зареєстроване Міністерством юстиції України
серія КВ № 13139-2023Р від 25.07.2007 р.

Редакційна рада: д-р філол. наук, проф. В.В.Ґрещук (*голова ради*), д-р фіз.-мат. наук, проф. Б.К.Остафійчук, д-р філос. наук, проф. С.М.Возняк, д-р філол. наук, проф. В.І.Кононенко, д-р біол. наук, проф. В.І.Парпан, д-р психол. наук, проф. Л.Е.Орбан, д-р філол. наук, проф. В.Г.Матвіїшин, д-р іст. наук, проф. М.В.Кугутяк, д-р юрид. наук, проф. В.В.Луць, д-р хім. наук, проф. Д.М.Фреїк.

Редакційна колегія:
доктор біол. наук, професор В. І. Парпан *(головний редактор)*
доктор біол. наук, професор В. І. Мельник *(заступник головного редактора)*
доктор біол. наук, професор Б. М. Мицкан
доктор біол. наук, професор В. П. Стефурак
доктор біол. наук, професор Й. В.Царик
доктор біол. наук, професор В. І. Лущак
доктор біол. наук Ю. М. Чорнобай
доктор мед. наук, професор Б. В. Грицуляк
доктор мед. наук, професор І.В. Мазепа
доктор мед. наук, професор М.А. Мазепа
доктор с.-г. наук, професор М. Д. Волощук
кандидат біол. наук, доцент А. Г.Сіренко *(відповідальний секретар)*
кандидат біол. наук, доцент В. М. Случик
кандидат біол. наук, доцент Н. В. Шумська
кандидат біол. наук, доцент Л. Й. Маховська

Видається з 1995 р.

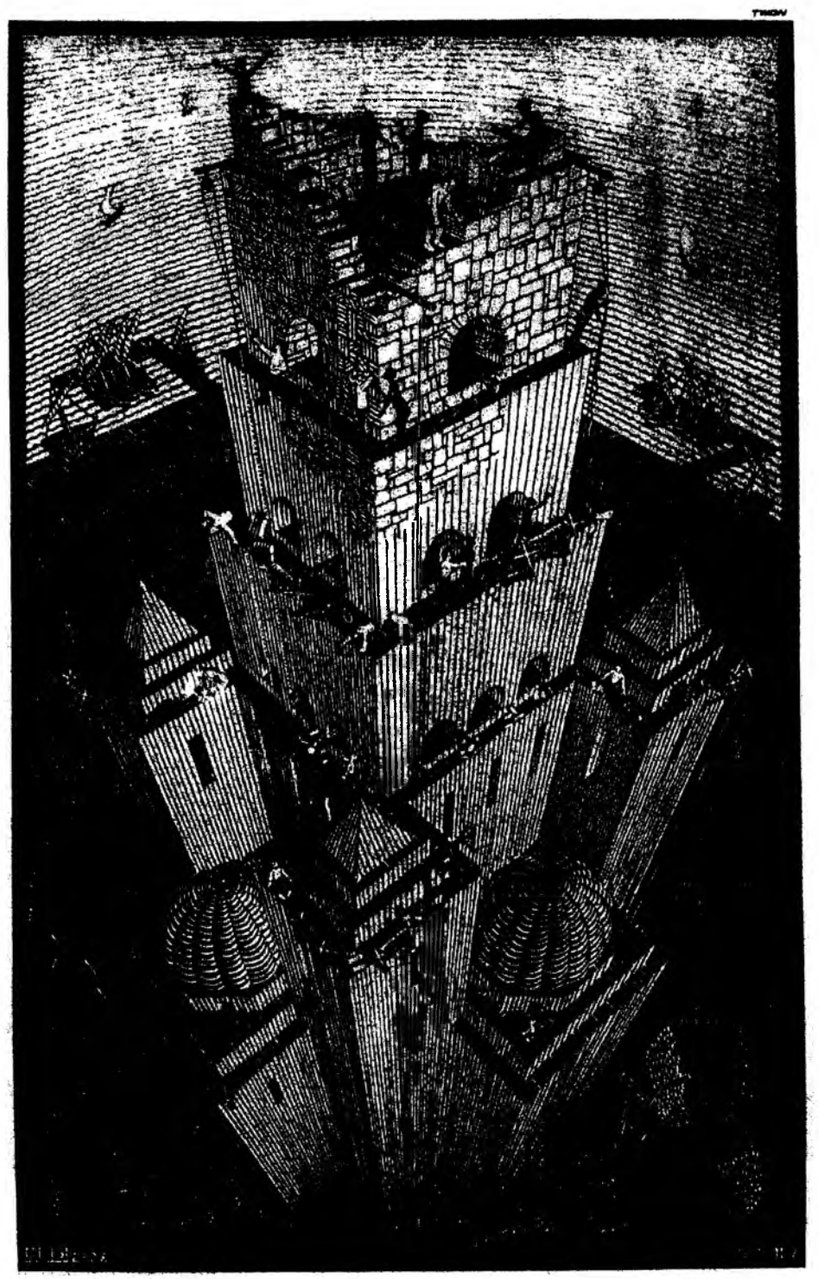
Адреса редакційної колегії:
76000 Івано-Франківськ, вул. Галицька, 201, ауд. 505.
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, кафедра біології та екології

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
НАУКОВА БІБЛІОТЕКА
25 Б 13

© Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
© Автори статей

"Одного разу Чжоу приснилось, що він метелик. І він уже не знав, чи він Чжоу, якому приснилось, що він метелик, чи він метелик, якому приснилось, що він Чжоу. Чи може це те, що називають перевтіленням?"

(Чжуан Цзи)



Мандрівникам на схід і будівничим Вавилонської вежі присвячується. Щиро.

УДК 581.9

БІОЛОГІЧНІ ЗАПАСИ ДЕЯКИХ ВИДІВ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН У НИЖНІЙ ТЕЧІЇ ДОЛИНИ РІКИ ЛІМНИЦЯ

В.М. Лотоцька, Н.В. Шумська
Кафедра біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника
e-mail: klz@pu.if.ua

Представлено результати дослідження біологічних запасів видів лікарських рослин у нижній течії долини ріки Лімниці.
Ключові слова: *флора, лікарські рослини, біологічні запаси.*

Lototska V. M., Shumska N. V. **Biological stocks of medical plants in the downstream of valley Limnytsya river**. *Results of the study of biological stocks of medical plants in the downstream of valley Limnytsya river are presented.*
Key words: *flora, medical plants, biological stocks.*

Вступ

На даний час особливо гостро постає питання наявних ресурсів та пошуку резервів сировинних запасів цінних видів лікарських рослин. В останні роки в Україні більше 90% лікарської рослинної сировини збирають у природних угрупованнях, переважно в лісах, заплавах та на непридатних для господарського використання землях [1]. Тому дослідження регіонального розміщення, біологічних запасів у природних умовах зростання є необхідною умовою невиснажливого використання наявних ресурсів дикорослих лікарських рослин.

Мета нашої роботи полягає у дослідженні біологічних запасів деяких видів лікарських рослин у нижній течії долини ріки Лімниці.

Матеріали і методи

Дослідження проводилося протягом 2004-2007 років. Досліджувана нами територія долини нижньої течії ріки Лімниці включає в себе заплавну луку, суходільну луку та ліс. У процесі дослідження ми використовували метод паралельних рядів вздовж русла річки. З метою встановлення характеру розподілу особин популяцій деяких видів лікарських рослин склали хорологічні карти. Щільність популяцій визначали як середнє значення з п'яти пробних ділянок площею 1м². Чисельність обчислювали як добуток середньої щільності на площу поширення виду. Визначення біологічних запасів здійснювалось методом облікових площ і в період, рекомендований для збору лікарської сировини, з наступним її зважуванням. Щільність запасу розраховували, перемножуючи показник середньої маси сировини одного екземпляра на їх кількість з одиниці площі. Для кожного з наведених значень середньої маси ми наводимо похибку середньої арифметичної, яку визначали через відхилення від середньої арифметичної [5]. Біологічний запас визначали як добуток площі і щільності запасу в перерахунку на суху вагу.

Результати та обговорення

У нижній течії долини ріки Лімниці нами було виявлено 118 видів лікарських рослин. Вони належать до 85 родів та 42 родин. Провідними родинами флори лікарських рослин є Asteraceae, Rosaceae, Fabaceae, Lamiaceae та Scrophulariaceae. Серед виявлених нами видів лікарських рослин переважаючими флороценотипами є лучний та гігрофільний, кожен з яких становить відповідно 32% та 24% від загальної кількості видів. 73% виявлених нами видів лікарських рослин є трав'янистими полікарпіками. 42% виявлених нами видів лікарських рослин є офіцинальними [2].

Показником екологічного стану території може служити частка синантропної флори. У долині нижньої течії ріки Лімниці вона становить 15%, що свідчить про відносно невисокий ступінь антропогенного тиску на досліджувані екосистеми.

Шляхом складання хорологічних карт нами було встановлено, що для видів лікарських рослин у нижній течії долини ріки Лімниці характерний випадковий та груповий тип розміщення особин у популяціях.

Найбільш чисельними на території нашого дослідження є популяції *Chamaerion dodonaei* (Vill.) Holub, *Thymus serpyllum* L., *Coronaria flos-cuculi* (L.) A.Br. та *Saponaria officinalis* L. (1176-2555 особин) [4].

Найбільшою щільністю характеризуються популяції *Thymus serpyllum, Ononis arvensis* L., *Chamaerion dodonaei, Coronaria flos-cuculi* (30,8-60,8 особин/кв.м).

Найменша чисельність та найменша щільність спостерігається для популяцій таких видів як *Artemisia absinthium* L., *Viola tricolor* L., *Polygonum hydropiper* L., *Primula veris* L.

Найвищі показники щільності запасу на досліджуваній території характерні для таких видів як *Ononis arvensis, Lavatera thuringiaca* L., *Melilotus officinalis* L., *Equisetum arvense* L., *Urtica dioica* L., *Arctium tomentosum* Mill., *Origanum vulgare* L., *Thymus serpyllum, Saponaria officinalis.* Найменшою ж щільність запасу характеризуються такі види як *Viola tricolor, Tussilago farfara* L., *Polygonum hydropiper, Polygonum persicaria* L., *Primula veris.*

Біологічний запас визначається як добуток площі і щільності запасу в перерахунку на суху масу. Визначення біологічних запасів є необхідною умовою правильної організації та раціонального здійснення заготівлі дикорослих лікарських рослин.

Для кожного з даних видів ми обчислили також і експлуатаційний запас, тобто обсяг використання, при якому забезпечується мінімальна здатність відновлення популяцій після збору сировини.

Дані щодо біологічного та експлуатаційного запасів для деяких видів лікарських рослин на досліджуваній території наведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Біологічні та експлуатаційні запаси деяких видів лікарських рослин у нижній течії долини ріки Лімниця

№	Назва виду	Біологічний запас, кг	Експлуатаційний запас, кг
1	*Vinca minor* L.	181±0,02	45,3±0,02
2	*Melilotus officinalis* L.	1212±0,2	303±0,2
3	*Ononis arvensis* L.	2131±0,07	532,8±0,07
4	*Polygonum hydropiper* L.	29±0,05	14,5±0,05
5	*Polygonum persicaria* L.	22±0,03	11±0,03
6	*Achillea millefolium* L.	369±0,1	92,3±0,1
7	*Verbascum nigra* L.	82±0,07	73,8±0,07
8	*Hypericum perforatum* L.	45±0,02	11,3±0,02
9	*Centaurium pulchellum* Sw.	158±0,05	79±0,05
10	*Urtica dioica* L.	492±0,1	123±0,1
11	*Taraxacum officinale* Wigg.	765±0,2	191,3±0,2
12	*Lavatera thuringiaca* L.	1084±0,4	271±0,4
13	*Arctium tomentosum* Mill.	147±0,1	36,8±0,1
14	*Origanum vulgare* L.	417±0,03	104,3±0,03
15	*Saponaria officinalis* L.	672±0,06	168±0,06
16	*Primula veris* L.	45±0,02	11,3±0,02
17	*Tussilago farfara* L.	19±0,07	5,7±0,07
18	*Tanacetum vulgare* L.	345±0,1	310,5±0,1
19	*Plantago major* L.	43±0,03	10,8±0,03
20	*Artemisia absinthium* L.	112±0,1	33,6±0,1
21	*Matricaria discoidea* DC.	177±0,05	159,3±0,05
22	*Viola tricolor* L.	12±0,05	3±0,05
23	*Equisetum arvense* L.	640±0,1	160±0,1
24	*Thymus serpyllum* L.	503±0,03	125,8±0,03
25	*Bidens tripartita* L.	13±0,03	6,5±0,03

Отримані результати свідчать про те, що у нижній течії долини ріки Лімниці найбільші біологічні запаси мають такі види: *Ononis arvensis, Melilotus officinalis, Lavatera thuringiaca* L., *Saponaria officinalis, Taraxacum officinale* Wigg., *Equisetum arvense* L., *Origanum vulgare, Thymus serpyllum.* Найменші біологічні запаси у нижній течії долини ріки Лімниця спостерігаються для наступних видів: *Viola tricolor, Bidens tripartita* L., *Tussilago farfara* L., *Polygonum persicaria, Polygonum hydropiper, Plantago major* L., *Primula veris.*

Серед виявлених нами лікарських рослин 11 видів є такими, обсяги заготівлі яких на території нашої області суворо лімітуються, а любительський збір здійснюється за спеціальними дозволами держуправління екології та природних ресурсів та за узгодженням з користувачами угідь. До них належать *Vinca minor* L., *Primula veris, Thymus serpyllum* та ін.[3].

Природні осередки лікарських рослин потребують науково обґрунтованого, раціонального використання з максимальним збереженням у природі.

Висновки

У нижній течії долини ріки Лімниці виявлено 118 видів лікарських рослин, з яких 50 видів є офіцинальними.

Найбільші біологічні запаси мають такі види: *Ononis arvensis* L., *Melilotus officinalis* L., *Lavatera thuringiaca* L., *Saponaria officinalis* L., *Taraxacum officinale* Wigg., *Equisetum arvense* L., *Origanum vulgare* L., *Thymus serpyllum* L.

Найменші біологічні запаси у нижній течії долини ріки Лімниці характерні для таких видів: *Viola tricolor* L., *Bidens tripartita* L., *Tussilago farfara* L., *Polygonum persicaria* L., *Polygonum hydropiper* L., *Plantago major* L., *Primula veris* L.

Перспективними для використання у нижній течії долини ріки Лімниці є *Ononis arvensis, Melilotus officinalis, Saponaria officinalis, Lavatera thuringiaca, Origanum vulgare, Tanacetum vulgare, Taraxacum officinale, Verbascum nigra, Thymus serpyllum, Equisetum arvense, Urtica dioica, Achillea millefolium.*

Література

1. *Заверуха Б. В., Мінарченко В. М.* Наукові основи ресурсознавства лікарських рослин. – Укр. ботан. журн. – 2000, т. 57, №3. – С. 243-249.
2. *Лікарські рослини.* Енциклопедичний довідник/ За ред.. Гродзинського А. М. – Київ: Голов. ред. УРЕ, 1989. – 544с.
3. *Лікарські рослини* Івано-Франківської області (біологія, поширення, застосування, охорона і відтворення). – Приходько М. М., Гладун Я. Д. та ін. – Івано-Франківьк, 2002. – 416с.
4. *Лотоцька В.М.* Перспективи використання лікарських рослин з долини нижньої течії ріки Лімниці /Проблеми вивчення та охорони біорізноманіття Карпат і прилеглих територій. Матер. між нар. наук. конф.. – Івано-Франківськ, 2007. – С. 44-46.
5. *Мінарченко В. М., Середа П.І.* Ресурсознавство. Лікарські рослини. Навчально-методичний посібник. – К.: Фітосоціоцентр, 2004. – 71с.

Стаття поступила до редакції 26.05.2008 р.; прийнята до друку 02.06.2008 р.

Шумська Н.В. – кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.
В.М. Лотоцька – магістрант кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Рецензент: доцент, кандидат біологічних наук Буняк В.І., доцент кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника

УДК 581.9

ОНТОГЕНЕЗ, ЩІЛЬНІСТЬ ТА ВІКОВА СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦІЙ *DRYOPTERIS FILIX-MAS* (L). SCHOTT. В СХІДНИХ ГОРГАНАХ

Н.В. Надурак

Кафедра біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника
e-mail: klz@pu.if.ua

Проведено дослідження онтогенезу, щільності та вікової структури популяцій Dryopteris filix-mas (L). Schott. в Східних Горганах. Вивчались чотири популяції Dryopteris filix-mas в Східних Горганах.

Ключові слова: *Dryopteris filix-mas (L). Schott., популяція, онтогенез.*

Nadurak N. V. **The ontogenesis and age structure of population *Dryopteris filix-mas (L.)* in East Gorgany mountain.** *Schott Were researched the ontogenesis, density and age structure of populations Dryopteris filix-mas (L.) Schott on the territory of East Gorgany. 4 populations of Dryopteris filix-mas on the territory of East Gorgany were studied.*

Key words: *Dryopteris filix-mas (L.) Schott, population, ontogenesis.*

Вступ

Повний онтогенез рослин являє собою генетично визначену послідовність всіх етапів розвитку одного чи іншого поколінь особин від діаспори до природньої смерті внаслідок старіння.

Об'єктом дослідження став вид *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott. із родини Aspidiaceae (фаза спорофіту). Досліджували чотири популяції даного виду з різних місцезростань.

Популяційна структура *D. filix-mas* в Карпатах досі не вивчалась, тому це стало метою наших досліджень.

Матеріали й методи

Дослідження проводилось проводилось протягом 2005-2007 р. Нами було досліджено чотири популяції *D. filix-mas*, які знаходились на різних висотах над рівнем моря, відповідно: I і II-а – 900 м над р. м. на горі Поварівка у смерекково-буковому лісі; а III і IV-а – 1200 м над р. м., в ялиновому лісі.

В даній роботі прийнята періодизація онтогенезу, запропонована Т.А. Работновим з деякими змінами і доповненнями О.В. Смирнової та ін.[2-4]. Щільність виду встановлювали за допомогою прямого числового підрахунку особин на 1 м^2 на п'яти ділянках і визначали середнє значення.

Результати й обговорення

Онтогенез D. filix-mas:

У життєвому циклі *D. filix-mas* виділяють такі періоди та етапи:

I. Латентний період:
- sp – спори

II. Фаза гаметофіту

III. Фаза спорофіту

III а. Прегенеративний період:
- p – проростки,
- j – ювенільні,
- im – іматурні,
- v – віргінільні;

III б. Генеративний період:

III в. Постгенеративний період:
- ss – субсенильні,
- s – сенильні.

Прегенеративний період досить довгий і представлений особинами, які знаходяться в стані проростків, ювенільному та іматурному станах. Стан проростків настає після завершення фази гаметофіту. Проростки мають низьку адаптивну здатність до екстремальних умов навколишнього середовища, досить високий відсоток особин гине на цій стадії. Особини *D. filix-mas* на цій стадії представлені пророслим зародком, який має корінець, заглиблений у ґрунт і стебельце з листком. В кінці стадії з молодого проростка з часом розвивається багаторічний могутній спорофіт.

Ювенільна стадія є перехідною від проростків до сформованих віргінільних особин. В ювенільному стані рослини спочатку ще не мають повністю розвинених надземних (листків, пагонів) та підземних (коренів, кореневих систем), не створюють сформованих ценозів. Ювенільна стадія – стан розвитку вегетативних органів рослин. Іматурна стадія характеризує подальший розвиток організму від ювенільного до зрілого стану розвитку

вегетативних органів. Такі рослини ще не мають сталої форми і розмірів листків та пагонів, в них ще збільшується фотосинтетична поверхня. Зріла стадія віргінільного періоду є заключною стадією розвитку вегетативних органів.

Генеративний період. Особини, що перебувають на генеративній стадії розвитку, відіграють важливу роль у ценопопуляціях, оскільки вони, по-перше, здатні до статевої репродукції, по-друге, здатні до вегетативного розмноження, по-третє відзначаються високою продуктивністю. Рослини відзначаються найвищим приростом фітомаси.. Кореневище товсте, велике, масивне, надземна частина потужна.

Постгенеративний період ділять на два підперіоди: субсенильний і сенильний.

Субсенільний підперіод. Втрачається здатність до спороношення і розмноження. Надземна частина рослини подібна до іматурних рослин, а кореневище товсте, масивне. Сенильний підперіод є природним продовженням попередньої стадії. Характеризується подальшим зниженням життєдіяльності особин популяцій, в них уповільнюються темпи приросту фітомаси підземних і надземних органів, відсутнє спороношення, окремі особини відмирають. Надземна частина гине, а підземна може ще деякий час зберігатися і за сприятливих умов давати вегетативне потомство, але воно нестійке і гине.

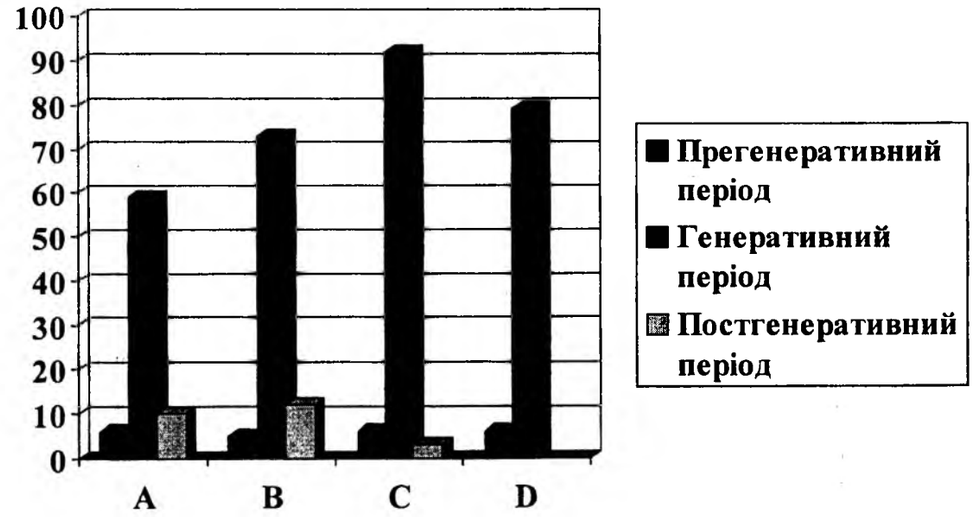


Рисунок 1. Гістограма вікової структури популяцій *Dryopteris filix-mas* (L). Schott.*:*
A – I-а популяція, B– II-а популяція, C – III-а популяція, D – IV-а популяція.

Щільність та вікова структура популяцій D. filix-mas.

Територія, на якій розміщені особини ценопопуляції, можна розглядати як популяційне поле. В межах популяційного поля дана видова популяція здійснює обмін речовин і бере участь в трансформації потоку сонячної енергії.

Найбільш важливими ознаками популяційних полів є чисельність і щільність популяій, тобто, відповідно, загальна кількість особин в ній (розмір популяції) і число особин на одиниці площі популяційного поля.

Щільність – важливий популяційний параметр, який визначається багатьма факторами. За відношенням до кожної видової популяції є максимальна для даних умов ємність місцезростання, яка обмежує верхню межу її щільності.

Щільність популяції впливає не тільки на інтенсивність росту у висоту, але і на співвідношення різних органів рослини. У багаторічників, зокрема і *D. filix-mas,* під дією щільності зменшується імовірність утворення генеративних пагонів, різко зменшується частка рослин, які переходять до спороутворення.

У *D. filix-mas* і інших рослин, для яких характерне вегетативне розмноження, щільність популяції виявляє вплив на інтенсивність розростання органів вегетативного розмноження [3].

При збільшенні щільності збільшується кількість дрібних рослин і зменшується кількість середньовікових.

Зміна розмірної ієрархії пов'язана, насамперед, з пластичністю розвитку рослин: при збільшенні щільності нестача ресурсів приводить до зменшення росту і розмірів більшості рослин. У багаторічників по мірі збільшення щільності популяції варіабельність розмірів збільшується [4].

Таблиця 1. Щільність популяцій *Dryopteris filix-mas* (L). Schott. (шт/м^2).

Популяція 1	Популяція 2	Популяція 3	Популяція 4
4,29	3,75	5,6	8,8

В процесі дослідження нами було встановлено, що всі 4-ри популяції *D. filix-mas* характеризуються низькою щільністю, оскільки, в основному, представлені особинами, які перебувають в генеративному періоді свого розвитку.

Висновки

1. У життєвому циклі розвитку *Dryopteris filix-mas* (L). Schott. (фаза спорофіту) виділено чотири періоди: латентний, прегенеративний, генеративний і постгенеративний.
2. Всі досліджувані популяції характеризуються низькою щільністю (3,75 – 8,8 особин на кв.м).
3. У віковій структурі переважають генеративні особини, що пояснюється великою тривалістю генеративного періоду у життєвому циклі.

Література

1. *Марков М.В.* Популяционная биология растений: Учебно-методическое пособие. – Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1986. – 110 с.
2. *Работнов Т.А.* Изучение ценотических популяций в целях выяснения стратегии жизни видов растений // Бюл. МОИП. Отд. библ. – 1975, вып.2. – С.5-17.
3. *Смирнова О.В., Заугольнова Л.Б., Єрмакова И.М.* Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М.: Наука, 1976. – 217с.
4. *Ценопопуляции* растений (очерки популяционной биологии) / Заугольнова Л.Б., Жукова Л.А., Комаров А.С. и др. – М.: Наука, 1988. – 184с.

Стаття поступила до редакції 26.05.2008 р.; прийнята до друку 02.06.2008 р.

Надурак Н.В. – магістрант кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Рецензент: доцент, кандидат біологічних наук Шумська Н.В., доцент кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника

ЗООЛОГІЯ

УДК 595.765

СЕЗОННА ДИНАМІКА ВИДОВИХ КОМПЛЕКСІВ *ELATERIDAE* (*COLEOPTERA, INSECTA*) ПРИРІЧКОВИХ ГІРСЬКИХ ЛУКІВ В УМОВАХ ГІРСЬКОГО МАСИВУ ГОРГАНИ

П. С. Микицей, А. Г. Сіренко, А. М. Николин

Кафедра біології та екології, Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
e-mail: bratlibo@yahoo.co.uk

Проведено дослідження сезонної динаміки видових комплексів жуків-коваликів (Elateridae, Coleoptera, Insecta) в умовах прирічкових луків гірського масиву Горгани. Виявлено статистично вірогідні відмінності у відносній частоті трапляння різних видів жуків-коваликів в різні декади весняно-літнього сезону.

Ключові слова: *Elateridae, сезонна динаміка.*

Mykytsey P. S., Sirenko A. G., Nykolyn A.M. **The seasonal dynamic of species complex Elateridae (Coleoptera, Insecta) in river meadows of mountain Gorgany.** *Was research the seasonal dynamic of species complex Elateridae (Coleoptera, Insecta) in river meadows of mountain Gorgany. Was discovered the statistic differences by relative frequency of different species Elateridae in different decades of spring-summer season.*

Key words: *Elateridae, season dynamic.*

Вступ

Дослідження фауни *Elateridae* Карпат і Прикарпаття розпочав Новицький М. (Nowicky M., 1873). Його роботу продовжив Ломницький М. (Lomnicki M., 1886). Проте їх роботи стосувались фауни *Coleoptera* взагалі (senso lato), а не жуків-коваликів конкретно. Проте вищевказаними авторами був складений перший фауністичний список жуків-коваликів Галичини. Відомості про фауну коваликів України наведено у досить численних працях, про те вони були фрагментарні як у довоєнний період, так і в повоєнні роки. Монографія Доліна В.Г. стала першим ґрунтовним опрацюванням коваликів на теренах України. Вона також містить в собі дані про фауну Elateridae Карпат і Прикарпаття. Фауну коваликових гірського масиву Горгани у 60 – 80 роках XX століття досліджував той же Долін В.Г.

Відомості про фауну коваликів України наведено у досить численних працях, проте вони були фрагментарні. Почали вивчати фауну жуків коваликів рівнинної України І. Криницький [Krinicki, 1832], Г. Бельке, О. В. Чернай (1854). Потім досить великі списки коваликів окремих місцевостей України з'явилися в працях М. Черкунова (1888), Є. Куликовського (1897), Е. Міллера і М. Зубовського (1910), пізніше – у працях В. П'ятакової і В. Каліцького (1936), С. П. Іванова та О. П. Кришталя (1933) та інших. Відомості про фауну коваликів Росії та західної Європи можна знайти у працях Якобсона Г. Г. Фауну коваликів Гірського Криму вивчали Х. Стевен [Steven, 1830], Л. Гейден [Heyden, 1882], В. Харузін (1888), В. Г. Плигінський (1916). Відомості з фауни коваликів Західної України, включаючи Карпати й Прикарпаття в межах кордонів УРСР, містяться в численних невеликих повідомленнях та колеоптерологічних списках окремих місцевостей (Lomnicki M. Hormuzachi, 1888, 1891; Rubinsky, M., Rybinski M. [72]; Trella, 1925, 1937 – 1938; Marcu, 1927, 1928; Walles, 1936). У 1933 році вийшла праця Іванова С. П. та Кришталя О. П., у якій розглядались представники родини *Elateridae*.

У повоєнні роки відомості щодо фауни та екології коваликів та їх личинок знаходимо в ґрунтовних монографіях О. П. Кришталя (1949, 1956, 1959), окремих статтях І. Є. Підкопая (1954), С. І. Медведєва, Д. С. Шапіро (1957), В. Г. Доліна (1954, 1959, 1964, 1966). Проте за цими працями важко мати певну уяву про склад фауни коваликів України, оскільки значна кількість даних повністю застаріла, а в списках праць XIX століття виявлено багато помилок щодо термінів, і вони потребують ревізії з сучасних таксономічних позицій. Значна частина території України майже зовсім не досліджувалась з фауністичного боку. Особливо це стосується Полісся та Південного Степу.

У 1963 році вийшла праця Надворного В. Г. Яку він написав разом з Доліним В. Г., в якій описувалась фауна жуків-коваликів на території Тернопільської області [18, 19]. Найбільш повно і ґрунтовно дослідив фауну *Elateridae* Карпат і Прикарпаття у 60-80 роках XX століття Долін В. Г.

Монографія Доліна В.Г. з серії "Фауна України" [11] є першим монографічним опрацюванням коваликів в Україні, де зокрема, подано характеристику багатьох видів Карпат і Прикарпаття. В 1988 році

вийшов додаток до монографії, в якому автор описав і узагальнив літературні дані по двом найбільш чисельним підродинам – *Кардіофоринах* та *Елатеринах* [15] В даній монографії подано також опис коваликів Карпат та Прикарпаття.

Дані про коваликів України та СРСР в цілому можна знайти в працях Гур'євої Е. Л. [4, 5].

Останніми були дослідження, проведені Сергієнком М. І., Загайкевичем І. К.(1959), Харамбурою Я.І. та іншими, результати яких під редакцією Доліна В. Г. були опубліковані у 1988 році. В праці було подано відомості про ґрунтових членистоногих Українських Карпат.

Загалом фауна жуків-ковалиів Українських Карпат вважається досить добре вивченою. Але фенологія *Elateridae* в різних монтанних біотопах та екосистемах залишається вивченою недостатньо. Відомо, що вона суттєво відрізняється у різних частинах ареалів одних і тих же видів. У літературі є лише розрізнені повідомлення по цій проблемі.

Загалом фенологія *Elateridae* потребує ще подальших досліджень з врахуванням трофічних груп.

Матеріали і методи

Дослідження сезонної динаміки видових комплексів *Elateridae* проводились у 2000-2007 рр. включно в наступних стаціонарах гірського масиву Горгани:

А – урочище "Ельми" - прирічкові сінокосні луки на висоті 804 м над рівнем моря в долині річки Зубрівка оточені мішаним (ялиця, ялина, бук) лісом;

В – урочище "Нивки" - гірські прирічкові луки в долині річки Ситний, на висоті 1200 м над рівнем моря оточені мішаним (ялиця, ялина, бук, сосна кедрова європейська, береза, горобина) лісом;

С – долина ріки Женець – гірські пасовищні прирічкові луки на висоті 780 м над рівнем моря оточені мішаним (ялиця, ялина, бук) лісом;

D – долина ріки Жонка – гірські прирічкові сінокосно-пасовищні луки на висоті 720 – 750м над рівнем моря оточені мішаним (ялиця, ялина, бук) лісом;

І – околиці с. Гута – гірські сінокосно-пасовищні різнотравні злаково-бобові луки на висоті 700-730 м н.р.м. оточені мішаним (ялиця, ялина, бук) лісом.

Збір комах проводився з 1 травня по 31 серпня методом косіння. Кількість досліджених екземплярів жуків-коваликів зазначено в табл. 2. В роботі використано виключно власні збори авторів.

Статистична обробка результатів проводилась як описано в [3] та з використанням програм програми "Excell-7" з пакету "Microsoft office-97" та програма "Statistica 6.0 rus".

Результати і обговорення

В результаті проведених досліджень було виявлено, що в різні декади весняно-літнього сезону видові комплекси жуків-коваликів гірських прирічкових сінокісних лук відрізняються по видовому складу (табл. 1.) Найбільше видове багатство видових комплексів жуків-коваликів зазначених стаціонарів виявлено в першій

Рисунок 1. Зміна видового багатства видових комплексів *Elateridae* протягом весняно-літнього сезону в умовах гірського масиву Горгани. Показано кількість видів виявлених в різні декади весняно-літнього сезону у 2000-2007 рр., позначено місяці та їхні декади.

Таблиця 1. Фенологія *Elateridae (Coleoptera, Insecta)* в умовах гірського масиву Горгани. Результати фенологічних спостережень с стаціонарах «Ельми», «Нивки», «Гута», «Женець», «Жонка» в 2000-2007 рр. Показано час лету імаго в різні декади весняно-літнього сезону.

№ п/п	Вид	Виявлений час лету імаго										
		V			VI			VII			VIII	
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Subfamilia *Agripinae*												
1	*Lacon murinus* (Linnaeus, 1758)					+	+	+	+			
Subfamilia *Athoinae*												
2	*Athous mollis* Reitter, 1910					+	+	+	+	+		
3	*Athous zebei* Bach, 1852				+	+	+	+				
4	*Athous hirtus* (Herbst, 1784)					+	+	+	+	+		
5	*Athous niger* (Linnaeus, 1758)				+	+	+	+				
6	*Athous subfuscus* (Müller, 1764)								+	+	+	
7	*Athous carpathophilus* Reitter, 1910	+	+	+	+	+	+	+	+			
8	*Anostirus castaneus* (Linnaeus, 1758)									+	+	
9	*Actenicerus sjaelandicus* (O.Müller, 1764)								+	+	+	
10	*Anostirus purpureus* (Poda, 1761)				+	+	+	+	+			
11	*Ctenicera cuprea* (Fabricius, 1781)		+	+	+	+	+	+	+			
12	*Ctenicera virens* Schrank, 1781					+	+	+	+			
13	*Harminius undulatus* (De Geer, 1774)				+	+	+	+	+			
14	*Limonius pilosus* Teke, 1834				+	+						
15	*Liotrichus affinis* Paykull, 1800							+	+	+		
16	*Mosotalesus impressus* (Fabricius, 1792)				+	+	+	+	+			
17	*Selatosomus incanus* (Gyllenhal, 1827)									+	+	+
18	*Selatosomus aeneus* (Linnaeus, 1758)					+	+	+	+			
19	*Selatosomus infuscatus* Eschsholttz, 1829							+				
Subfamilia *Elaterinae*												
20	*Agriotes ustulatus* (Schaller, 1783)						+	+	+	+		
21	*Agriotes obscurus* (Linnaeus, 1758)				+	+	+	+	+	+	+	
22	*Agriotes gurgistanus* Faldemann, 1835					+	+	+	+			
23	*Ampedus aethiops* (Lacordaire, 1835)					+	+	+				
24	*Ampedus nigerrinus* (Lacordaire, 1835)						+	+	+			
25	*Ampedus balteatus* (Linnaeus, 1758)				+	+	+	+	+			
26	*Ampedus nigrinus* (Herbst, 1784)							+				
27	*Dalopius marginatus* (Linnaeus, 1758)				+	+	+	+				
28	*Sericus brunneus* (Linnaeus, 1758)							+	+			
Subfamilia *Melanotinae*												
29	*Melanotus rufipes* (Herbst, 1784)				+	+	+					
кількість виявлених видів		1	2	2	13	19	20	23	19	9	5	1

декаді липня – виявлено лет імаго 22 видів. У рівнинних екосистемах найбільша біорізноманітність характерна для червня. Більшість видів мали лет досить тривалий час – з початку червня до середини липня. Літ окремих видів був виявлений лише в короткий період часу, хоча це може бути пов'язано з меншою частотою зустрічі цих видів, а не з насправді коротким періодом їх лету (табл. 1).

Загальні тенденції зміни видового багатства видових комплексів *Elateridae* показано на рисунку 1.

У першій декаді травня виявлено лет лише одного виду *Elateridae*, у 2-й та 3-й декадах травня – 2-х видів. На початку літа видове багатство різко зросло. Вже у першій декаді червня виявлено лет 11-ти видів *Elateridae*. Максимальне видове багатство спостерігалося в першій декаді липня – виявлено 22 види *Elateridae*. В кінці липня видове багатство *Elateridae* різко знизилось. В 2-й декаді серпня вивлено літ лише одного виду *Elateridae*.

Відносна частота трапляння різних видів, виловлених в різні декади весняно-літнього сезону, суттєво відрізняється. Спостерігалася зміна відносної частоти трапляння різних видів в різні декади. Відносна частота трапляння імаго в різні декади весняно-літнього сезону показана у (табл. 2.).

Таблиця 2. Сезонна динаміка видових комплексів *Elateridae (Coleoptera, Insecta)* в умовах гірського масиву Горгани. Результати фенологічних спостережень у стаціонарах прирічкових луків «Ельми», «Нивки», «Гута», «Женець», «Жонка» в 2000-2007 рр. Показано середню відносну частоту трапляння імаго в різні декади весняно-літнього сезону.

№ п/п	Вид	Виявлений час лету імаго												
		V			VI			VII			VIII			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
	Subfamilia *Agrypinae*													
1	*Lacon murinus* (Linnaeus, 1758)					0,026	0,034	0,033	0,012					
	Subfamilia *Athoinae*													
2	*Athous mollis* Reitter, 1910					0,043	0,138	0,124	0,231	0,023				
3	*Athous zebei* Bach, 1852				0,041	0,051	0,036	0,032						
4	*Athous hirtus* (Herbst, 1784)					0,017	0,026	0,025	0,024	0,023				
5	*Athous niger* (Linnaeus, 1758)				0,068	0,162	0,173	0,076						
6	*Athous subfuscus* (Müller, 1764)								0,012	0,068	0,605			
7	*Athous carpathophilus* Reitter, 1910	0,053	0,068	0,068	0,068	0,031	0,015	0,024		0,023	0,070	0,167		
8	*Anostirus castaneus* (Linnaeus, 1758)								0,012	0,296	0,023			
9	*Actenicerus sjaelandicus* (O.Müller, 1764)				0,054	0,077	0,056	0,044	0,012					
10	*Anostirus purpureus* (Poda, 1761)	0,947	0,527	0,145	0,145	0,143	0,149	0,036						
11	*Ctenicera cuprea* (Fabricius, 1781)				0,034	0,031	0,076	0,024						
12	*Ctenicera virens* Schrank, 1781				0,027	0,009	0,005	0,011	0,012					
13	*Harminius undulatus* (De Geer, 1774)				0,014	0,060	0,005							
14	*Limonius pilosus* Teke, 1834							0,004	0,097	0,068				
15	*Liotrichus affinis* Paykull, 1800				0,081	0,145	0,015	0,004	0,012					
16	*Mosotalesus impressus* (Fabricius, 1792)								0,012	0,045	0,259	0,833		
17	*Selatosomus incanus* (Gyllenhal, 1827)					0,009	0,183	0,112	0,036					
18	*Selatosomus aeneus* (Linnaeus, 1758)							0,011						
19	*Selatosomus infuscatus* Eschsholtz, 1829													
	Subfamilia *Elaterinae*													
20	*Agriotes ustulatus* (Schaller, 1783)						0,005	0,007	0,207	0,341	0,023			
21	*Agriotes obscurus* (Linnaeus, 1758)				0,041	0,042	0,036	0,040	0,048	0,045	0,023			
22	*Agriotes gurgistanus* Faldemann, 1835					0,009	0,015	0,138	0,122	0,023				
23	*Ampedus aethiops* (Lacordaire, 1835)					0,017	0,031	0,069	0,012					
24	*Ampedus nigerrimus* (Lacordaire, 1835)						0,005	0,004	0,024	0,023				
25	*Ampedus balteatus* (Linnaeus, 1758)				0,014	0,026	0,005	0,015	0,012	0,023				
26	*Ampedus nigrinus* (Herbst, 1784)							0,004						
27	*Dalopius marginatus* (Linnaeus, 1758)				0,054	0,017	0,046	0,004						
28	*Sericus brunneus* (Linnaeus, 1758)							0,004	0,012					
	Subfamilia *Melanotinae*													
29	*Melanotus rufipes* (Herbst, 1784)				0,014	0,042	0,015							
	Кількість досліджених екземплярів			57	74	117	196	275	82	44	43	30		

Виявлено зміни картини домінування видів у видових комплексах жуків коваликів у досліджуваному біотопі. Так вид *Athous carpathophilus* Reitter, 1910 – ендемічний для Карпат вид коваликів з еудоміната на початку травня перетворювався на рецидента в інші періоди весняно-літнього сезону.

Отримані результати, представлені в таблиці 4, показують, що у виявлених видів простежується чітка сезонна динаміка, добре помітні періоди зростання та спадання чисельності особин кожного з виявлених видів. Динаміка відносної частоти трапляння окремих видів *Elateridae* показана на рис. 3 – 12.

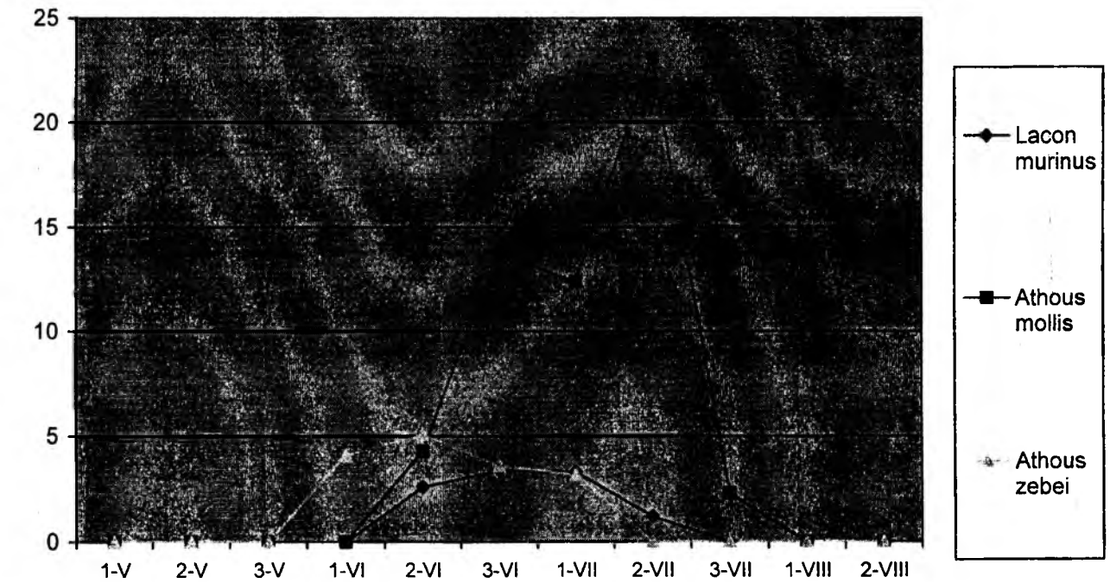


Рисунок 3. Сезонні зміни відносної частоти трапляння деяких видів *Elateridae* в умовах прирічкових лук гірського масиву Горгани (*Lacon murinus* L, *Athous mollis* Reitter, 1910, *Athous zebei* Bach, 1852).

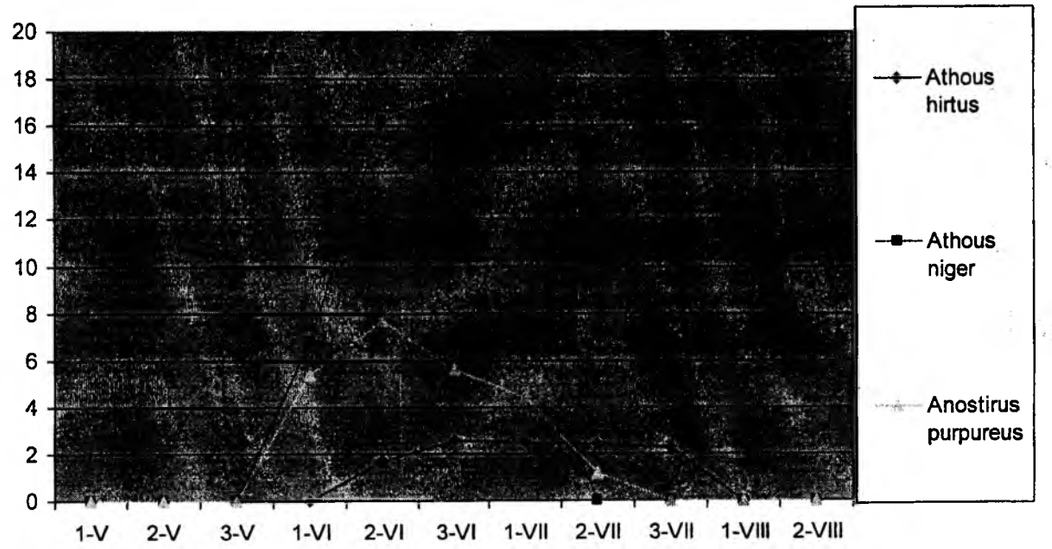


Рисунок 4. Сезонні зміни відносної частоти трапляння деяких видів *Elateridae* в умовах прирічкових лук гірського масиву Горгани (*Athous hirtus* (Herbst, 1784), *Athous niger* (Linnaeus, 1758), *Anostirus purpureus* (Poda, 1761)).

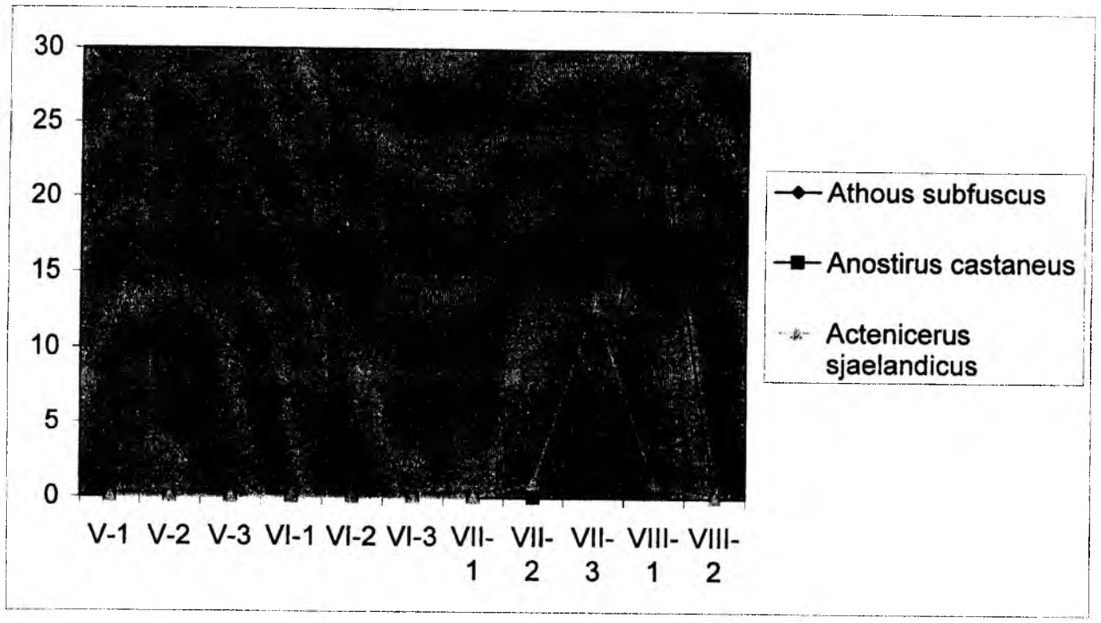


Рисунок 5. Сезонні зміни відносної частоти трапляння деяких видів *Elateridae* в умовах прирічкових лук гірського масиву Горгани (*Athous subfuscus* (Müller, 1764), *Anostirus castaneus* (Linnaeus, 1758), *Actenicerus sjaelandicus* (O.Müller, 1764)).

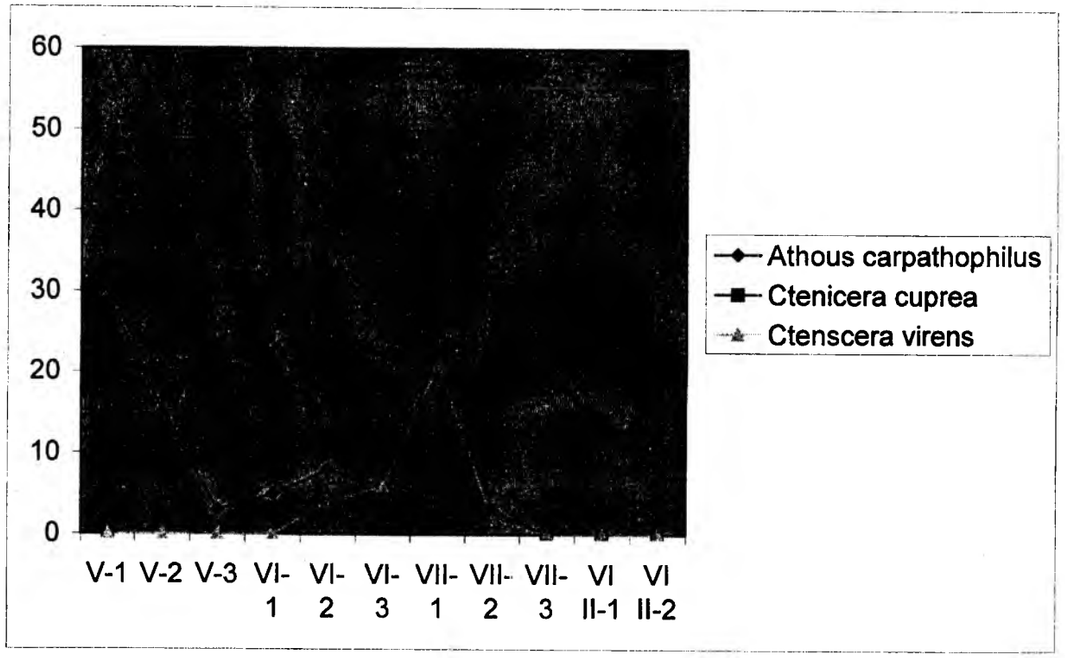


Рисунок 6. Сезонні зміни відносної частоти трапляння деяких видів *Elateridae* в умовах прирічкових лук гірського масиву Горгани (*Athous carpathophilus* Reitter, 1910, *Ctenicera cuprea* (Fabricius, 1781), *Ctenicera virens* Schrank, 1781).

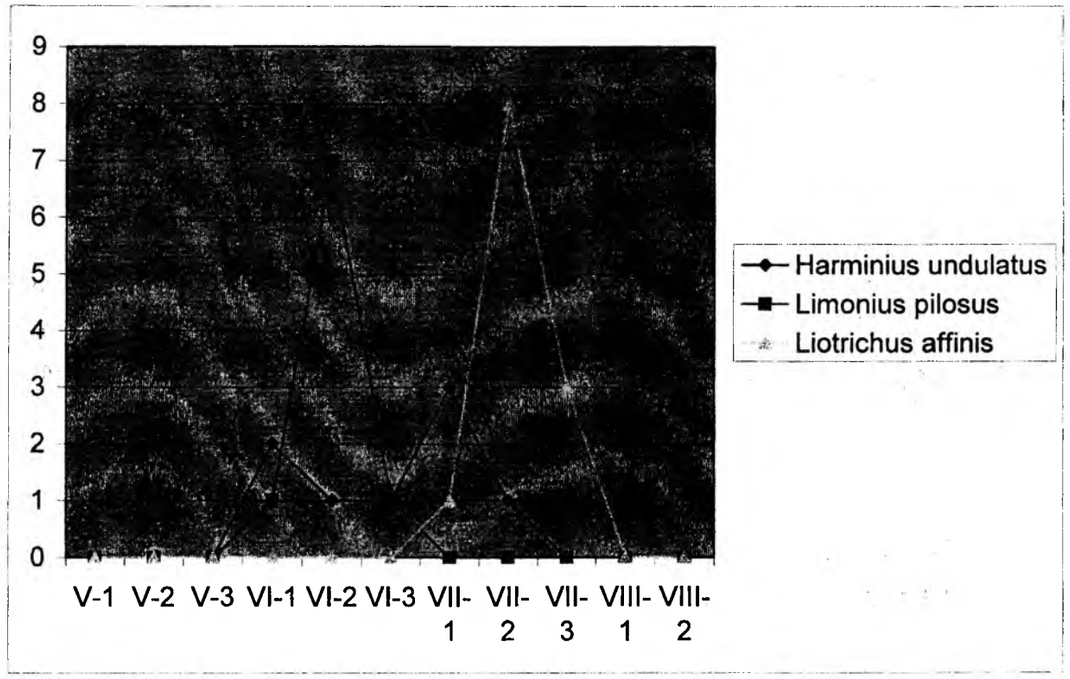


Рисунок 7. Сезонні зміни відносної частоти трапляння деяких видів *Elateridae* в умовах прирічкових лук гірського масиву Горгани (*Harminius undulatus* (De Geer, 1774), *Limonius pilosus* Teke, 1834, *Liotrichus affinis* Paykull, 1800).

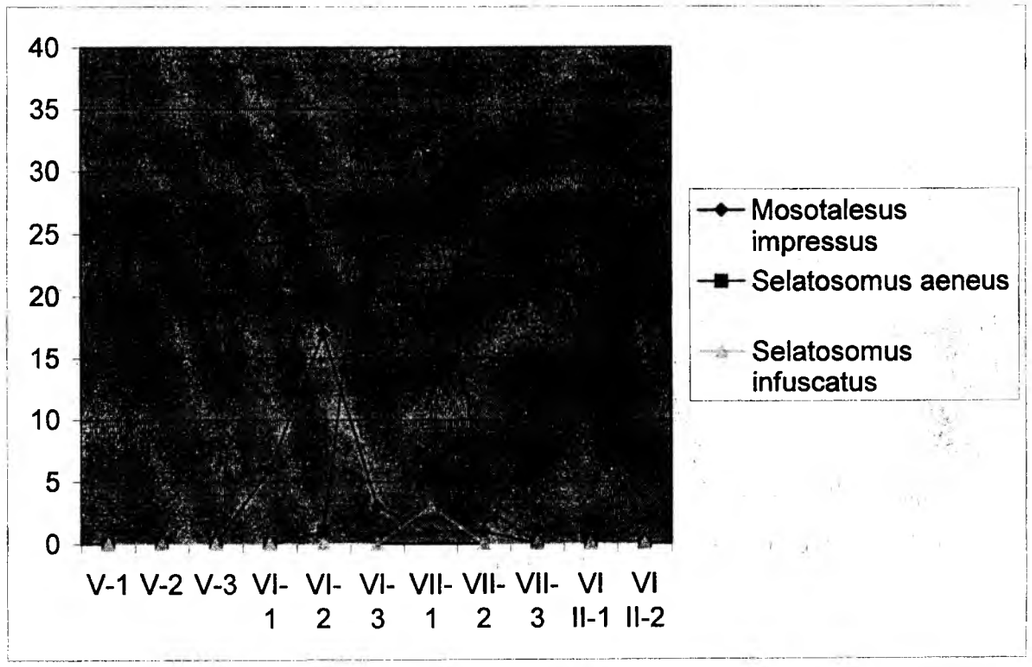


Рисунок 8. Сезонні зміни відносної частоти трапляння деяких видів *Elateridae* в умовах прирічкових лук гірського масиву Горгани (*Mosotalesus impressus* (Fabricius, 1792), *Selatosomus aeneus* (Linnaeus, 1758), *Selatosomus infuscatus* Eschsholttz, 1829).

Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника
НАУКОВА БІБЛІОТЕКА
Інв. № 75453

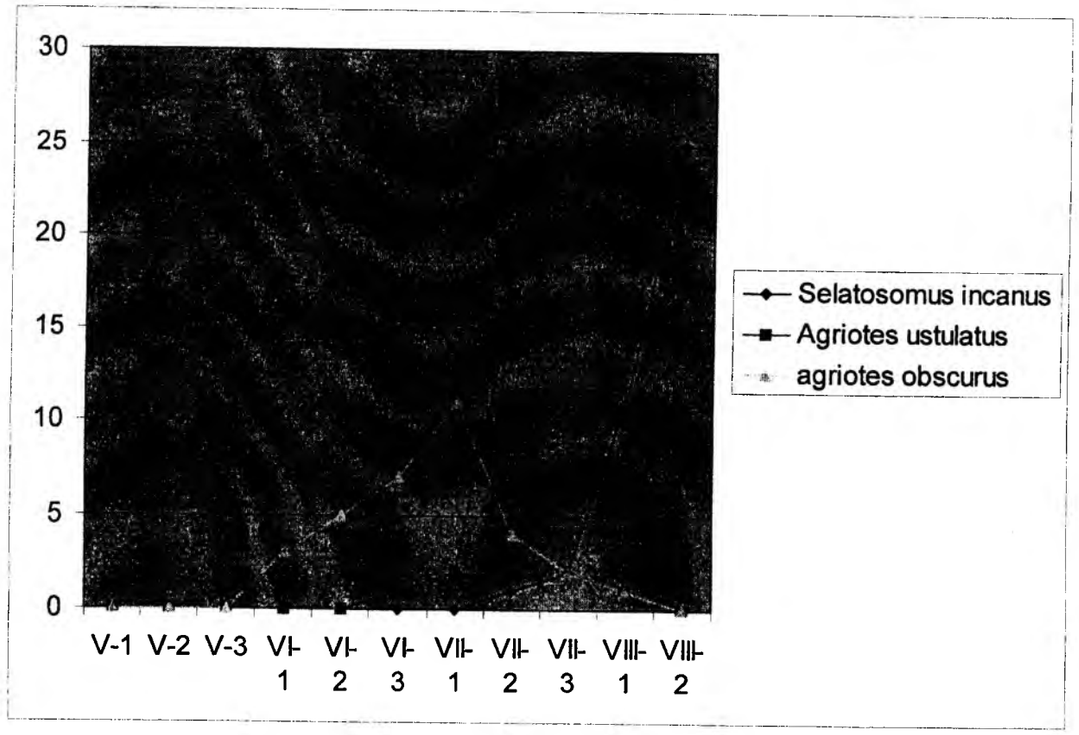


Рисунок 9. Сезонні зміни відносної частоти трапляння деяких видів *Elateridae* в умовах прирічкових лук гірського масиву Горгани (*Selatosomus incanus* (Gyllenhal, 1827), *Agriotes ustulatus* (Schaller, 1783), *Agriotes obscurus* (Linnaeus, 1758)).

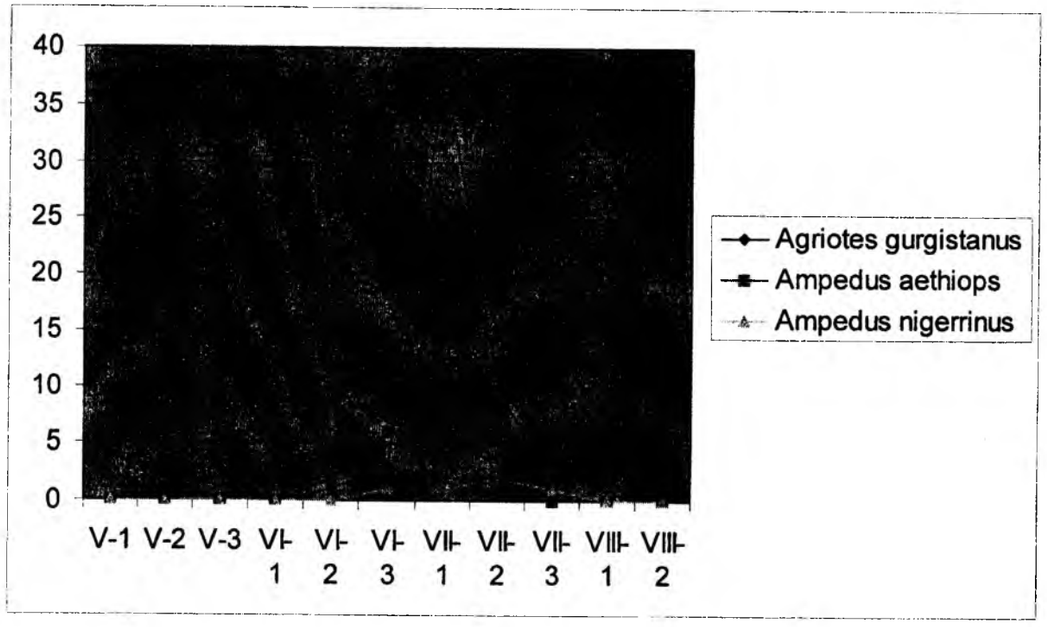


Рисунок 10. Сезонні зміни відносної частоти трапляння деяких видів *Elateridae* в умовах прирічкових лук гірського масиву Горгани (*Agriotes gurgistanus* Faldemann, 1835, *Ampedus aethiops* (Lacordaire, 1835), *Ampedus nigerrinus* (Lacordaire, 1835)).

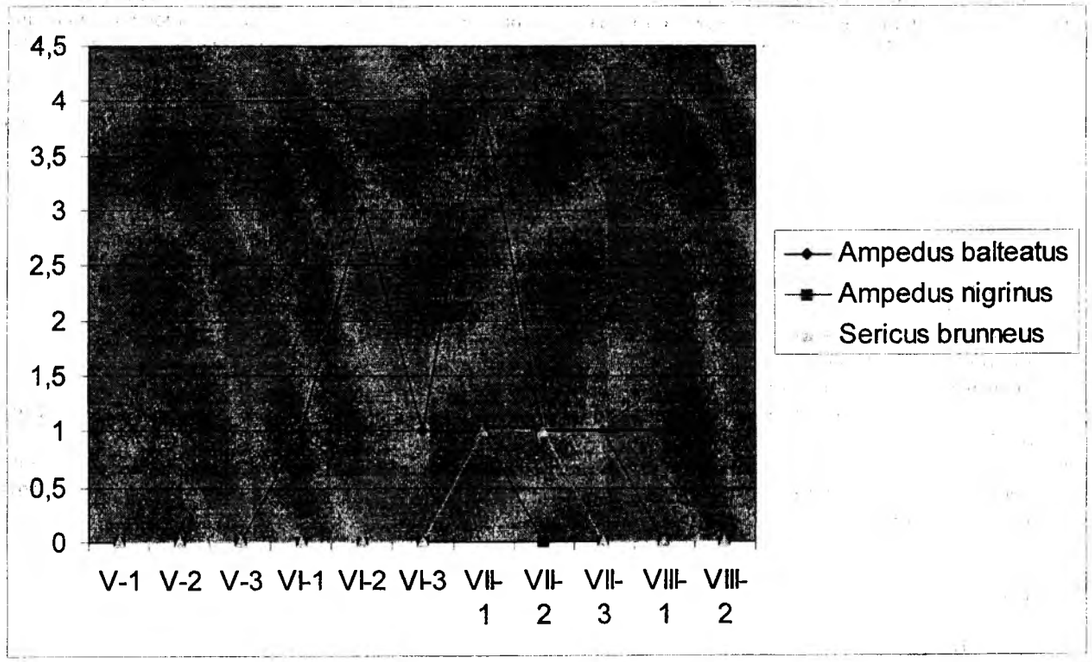


Рисунок 11. Сезонні зміни відносної частоти трапляння деяких видів *Elateridae* в умовах прирічкових лук гірського масиву Горгани (*Ampedus balteatus* (Linnaeus, 1758), *Ampedus nigrinus* (Herbst, 1784), *Sericus brunneus* (Linnaeus, 1758)).

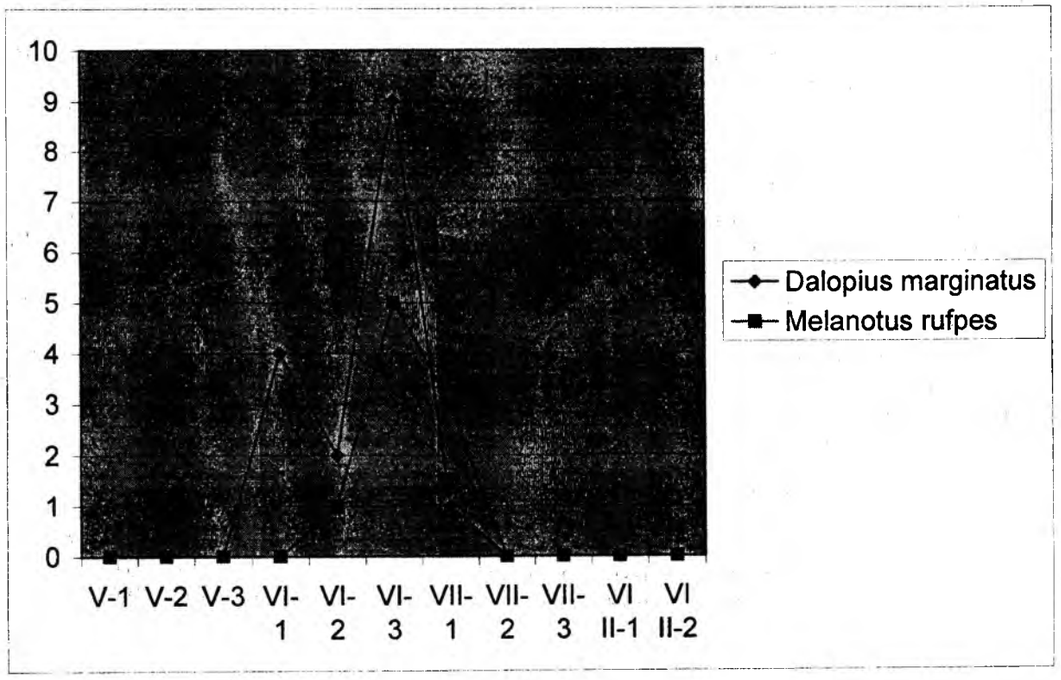


Рисунок 12. Сезонні зміни відносної частоти трапляння деяких видів *Elateridae* в умовах прирічкових лук гірського масиву Горгани (*Dalopius marginatus* (Linnaeus, 1758), *Melanotus rufipes* (Herbst, 1784)).

Статистична обробка отриманих результатів показала, що видові комплекси *Elateridae* гірських прирічкових луків гірського масиву Горгани по частоті трапляння різних видів статистично високо вірогідно

відрізняються (P<0,01 в кожному випадку порівнянь). Як видно із наведених результатів кожен із виявлених видів жуків-коваликів характеризується своїми закономірностями лету імаго і піками відносного зростання чисельності, що відображає систему адаптивності, зменшення конкурентності у видових комплексах *Elateridae.*

Висновки

1. В результаті проведених досліджень в досліджуваних стаціонарах гірського масиву Горгани було виявлено 29 видів *жуків-коваликів* (*Elateridae*). У всіх досліджених стаціонарах Прикарпаття та прилеглих ділянок лісостепу нами було виявлено 41 *Elateridae*. Всі виявлені види є типовими видами для лісових та лучних екосистем Карпат і описані для району наших досліджень Доліним В. Г.
2. Видовий склад *Elateridae* на різних висотах відрізняється лише частотою зустрічі видів. Виявлений висотний градієнт у видових комплексах *жуків-коваликів* простежується лише на рівні відносної частоти зустрічі різних видів *Elateridae*. Видовий склад різних стаціонарів суттєво відрізняється, тільки невелика частина видів (5) характерна для всіх досліджених стаціонарів.
3. Період лету імаго в різних видів *Elateridae* є досить коротким. Для різних видів *Elateridae* періоди лету імаго часто співпадають. Але в різні дикади весняно-літнього сезону видові комплекси *Elateridae* часто відрізняються по видовому складу. Максимальне видове багатство виявлено в 1-й декаді липня, а також 2-й і 3-й декадах червня та в 2-й декаді липня. Раніше 1-ї декади травня та пізніше 2-ї декади серпня особин імаго *Elateridae* виявлено не було.
4. Динаміка видових комплексів *Elateridae* в умовах гірського масиву Горгани простежується на рівні відносної частоти зустрічі різних видів – виявлена чітка статистично вірогідна зміна відносної частоти зустрічі різних відів *Elateridae* у весняно-літній сезон.

Література

1. *Бей-Биенко Г. Я. (ред.)* Определитель насекомых европейской части СССР. – Т-2. М.: Наука. – 1965. – 1500с.
2. *Бейли Н.* Математика в биологии и медицине. – М.: Мир, 1970. – 320 с.
3. *Бендат Дж., Пирсол А.* Измерение и анализ случайных процессов. – М.: Мир, 1971. – 408 с.
4. *Гурьева Е. Л.* Жуки-щелкуны (*Elateridae*). Подсемейство *Elaterinae* // Фауна СССР. – т.12, в. 4. - Л., 1979. - 451 с.
5. *Гурьева Е. Л.* Жуки-щелкуны (*Elateridae*). Подсемейство *Athoinae*. Триба *Ctenicerini* // Фауна СССР. – т.12, в.3. - Л., 1989. - 256 с.
6. *Долин В. Г.* Материалы к фауне щелкунов Западных областей УССР // Вопросы зоогеографии суши. Тезисы докладов. – Львов, 1957. – с. 36 – 3.
7. *Долин В. Г.* Особенности распространения проволочников в почвах пахотных угодий на Украине // Тезисы докладов Всесоюзного совещания по почвенной зоологии. – М., 1958. – с. 37 – 38.
8. *Долин В. Г.* Обзор редких и малоизвестных жуков-щелкунов лесной и лесостепной частей Украины // Тезисы докладов I зоологической конференции БССР. – Минск, 1958. – с. 56 – 57.
9. *Долин В. Г.* Обзор фауны щелкунов УССР // Тезисы докладов IV съезда всесоюзного энтомологического общества. Ч 1. – М.Л.: Из-тво АН СССР, 1959. – с. 46 – 49.
10. *Долин В. Г.* К вопросу о трофических связях личинок жуков-щелкунов (проволочников) // Материалы к изучению фауны и экологии насекомых центральных районов лесостепи Украины: Сб. трудов. - Киев, 1963. – с. 116-147.
11. *Долин В. Г.* Жуки-ковалики. *Agrypnini, Negastriini, Dimini, Athoini, Estodini* // Фауна України. – т.19, в.3. – К., 1982. - 280 с.
12. *Долин В. Г.* К вопросу об использовании личинок жуков-щелкунов для диагностики почв и характеристики биотопов // Проблемы почвенной зоологии. Материалы II всесоюзного совещания по проблемам почвенной зоологи. – М.: Наука, 1966. – с. 51 – 53.
13. *Долин В. Г.* Филогения жуков-щелкунов (Coleoptera, Elateridae) // Материалы 8-го съезда ВЭО. Ч.1. – Л., 1975 – с. 45 – 48.
14. *Долин В. Г* Филогения жуков-щелкунов (Coleoptera, Elateridae) // Вестник зоологи. – 1978. - № 3. – с. 3 – 12.
15. *Долин В. Г.* Жуки-щелкуны. *Cardiophorini* и *Elaterini* // Фауна Украины. – К., 1988. – т.19, в.4. - 202 с.
16. *Долин В. Г.* Новые виды жуков-щелкунов рода Oedostethus Lec. (Coleoptera, Elateridae, Negastriinae) Сибири и Дальнего Востока // Насекомые Даурии и сопредельных территорий. – В. I. – 1992.- с. 13 - 22.
17. *Долін В. Г.* До фауни та екології жуків-коваликів (Coleoptera, Elateridae) Українських Карпат // Комахи Українських Карпат та Закарпаття. – К.: Наукова думка, 1966. – с. 38 – 44.
18. *Долін В. Г., Надворний В. Г.* До фауни коваликів Тернопільщини // Матеріали до вивчення природних ресурсів Поділля. Тези доповідей. – Тернопіль, 1963. – с. 164 – 165.
19. *Надворний В. Г., Долін В. Г.* До фауни коваликів Тернопільської області. – В кн.: матеріали до вивчення природних ресурсів Поділля. Тернопіль; Кременець, 1963, с. 164 – 165.
20. *Freude H., Harde K. W., Lohse G. A.* Die Käfer mitteuropas. – Bd. 10. – Krefeld, 1981. – S. 240 – 273.
21. *Lomnicki A. M.* Catalogus Coleopterum Haliciae. – Custodium Musaei Dzieduszckiani, 1884. – S. 24 – 25.

22. *Lomnicki M.* Chrzaszcze. Museum im. Dzieduszyckich.– Lwow, 1886. – 308 p.
23. *Novicki M.* Beitrage zur Insectenfauna Galiziens. – Krakau: Jagellonischa Universitats-Buchdruckerei. – 1873. – S. 29 – 39.
24. *Roubal J.* Katalog Coleopter (brouku) Slovenska a Podkarpatska. – Praha, 1936. T. 2. – S. 17 – 22.
25. *Rybinski M.* Wykaz chrzaczow nowych dla fauny galicyiskiej // Sprawozd. Kom. Fiziogr. – 1896. - 32 p.
26. *Rybinski M.* Coleopterum species novae minusve cognitae in Galicia inventae. – Diss. Mathem. Et pphys./Acad. Litt. Cracoviensis. Ser. B. 1902. 42, p. 1 – 8.
27. *Tarnawski D.* A world catalogue of *Ctenicerini* Fleutiaux, 1936 (*Coleoptera: Elateridae: Athoinae*) // Genus. - Wroclaw, 1996. - N7, v. 4. - p. 587-663.
28. *Tarnawski D.* Sprezykowate (*Coleoptera, Elateridae*). 1. *Agrypninae, Negastriinae, Dimiinae* і *Athoinae* // Fauna Polski. – v. 21. - Warszawa, 2000. - 401 p.
29. *Winkler A. Elateridae* // Catalogus Coleopterorom regions palaearcticae. - Wien, 1924-1932. - v. 1. – p. 578-616.

Стаття поступила до редакції 26.05.2008 р.; прийнята до друку 02.06.2008 р.

Сіренко А. Г. – кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.
Николин А. М. – магістр біології, асистент кафедри біохімії Івано-Франківського державного медичного університету.
Микицей П. С. – бакалаврант біології, студент кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Рецензент: професор, доктор біологічних наук Стефурак В.П., професор кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника

УДК 575+595.768

ЖУКИ-ВУСАЧІ (*COLEOPTERA: CERAMBICIDAE*) У ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ КАРПАТ І ПЕРЕДКАРПАТТЯ

Заморока А.М.
Кафедра біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника,
e-mail: zamoroka@hotmail.com

У статті наведені матеріали щодо розповсюдження і особливостей видових комплексів жуків-вусачів (Coleoptera: Cerambicidae) у лісових екосистемах Карпат і Передкарпаття. Проаналізовано видовий склад, трофічну, зоогеографічну та домінантні структури угруповань вусачів у грабово-букових, дубово-грабово-букових, дубово-буково-ялицевих, смереково-буково-ялицевих та буково-ялицево-смерекових лісових екосистемах.

Ключові слова: *Жуки-вусачі, лісові екосистеми, Карпати, Передкарпаття.*

Zamoroka A.M. **The longhorn beetles (*Coleoptera: Cerambicidae*) in the forest ecosystems of Carpathian Mountains and Pre-Carpathian.** *It showed distribution and specific of species complexes of longhorn beetles (Coleoptera: Cerambicidae) in the forest ecosystems of Carpathian Mountains and Pre-Carpathian. It analyzed biological diversity, trophical, zoogeographical and dominant structure of longhorn beetles communities in different forest ecosystems.*

Key words: *longhorn beetles, forest ecosystems, Carpathian Mountains, Pre-Carpathian.*

Вступ

Перехід від постіндустріального до інформаційного суспільства, демократизація всіх сфер його життя спричинили перетворення екології із суто академічної науки в суспільнозначиму галузь, що спровокувало перегляд загальноцивілізаційних цінностей та зміну парадигми – філософських й загальнотеоретичних основ людського буття. На зламі тисячоліть виникло соціальне та політичне розуміння того, що для сталого економічного, політичного та соціального розвитку людства потрібно більш бережно й економно використовувати природні біотичні й абіотичні ресурси, а також оптимізувати використання природного середовища, мінімалізуючи негативні антропогенні впливи. Концептуальною, в цьому плані стала, Конвенція про збереження біорізноманіття та сталого розвитку ухвалена країнами учасницями Всесвітньої конференції в Ріо-де-Жанейро у 1992р. (ратифікована Верховною Радою України в 1994р. Законом України "Про ратифікацію Конвенції про збереження біологічного різноманіття та сталого розвитку"). Таким чином, надзвичайно важливою проблемою сьогодення, з огляду на ріст населення Землі, глобалізаційні процеси, глобальне

потепління та антропогенну зміну природного навколишнього середовища, є вивчення й збереження біорізноманіття на планеті. В цьому аспекті значну роль відіграють лісові екосистеми планети, які, окрім традиційних індустрій, є ще й важливим джерелом генетичних, медичних та рекреаційних ресурсів. З огляду на визнання ЮНЕСКО букових пралісів Українських Карпат Всесвітнім природним надбанням, виникає потреба у більш детальному та прискіпливому дослідженні лісових екосистем регіону. Відомо, що середня залісненість території Західної України становить 30,9%, а в Карпатах сягає 85% [2]. Завдяки висотній поясності рослинності в Українських Карпатах розповсюджені смерекові, букові та ялицеві ліси, а в передгір'ях букові та дубові. Одним із помітних компонентів лісових екосистем є жуки-вусачі [3] . Вони, як консументи першого порядку, виконують інтегративну функцію між компонентами, а як ксилофаги, в значній мірі задіяні в процесах детрифікації у лісових екосистемах, тоді як в галузі господарства, часом, завдають економічних збитків [13]. Їх відносять до одних з найбільш серйозних шкідників деревних будматеріалів [9]. Вусачів, за шкодочинністю, поділяють на фізіологічно-технічних шкідників – види, що ушкоджують живі та ослаблені дерева і технічних шкідників – види, личинки яких заселяють уже мертву деревину [10]. Загалом, личинка у вусачів є основною шкодочинною стадією у життєвому циклі комахи [1]. Зважаючи на сказане вище, вивчення вусачів на північно-східному макросхилі Українських Карпат і Передкарпатті має великий теоретичний і практичний інтерес.

Матеріали та методи

Дослідження угруповань жуків-вусачів проводились протягом 2000-2006 рр. в межах Івано-Франківської області. На досліджуваній території було закладено п'ять пробних ділянок, розташованих вздовж висотного градієнту на північно-східному макросхилі Українських Карпат та Передкарпатті. Пробна ділянка №1 розташована поблизу с. Вишнів, Рогатинського району (49° 15′ пн.ш. 24° 22′ сх.д.), охоплює грабово-букову лісову екосистему на висотах 320-350 м над рівнем моря. Пробна ділянка №2 розташована поблизу с Вовчинці, Тисменицького району (48° 57′ пн.ш. 24° 45′ сх.д.), охоплює екосистему дубово-грабово-букових лісів на висотах 320-350 м над рівнем моря. Пробна ділянка №3 розташована поблизу с Вістова, Калуського району (49° 00′ пн.ш. 24° 28′ сх.д.), охоплює екосистему дубово-буково-ялицевих лісів на висотах 350-550 м над рівнем моря. Пробна ділянка №4 розташована поблизу м. Яремчі, Яремчанської міськради (48° 26′ пн.ш. 24° 30′ сх.д.), охоплює екосистеми смереково-буково-ялицевих лісів на висотах 700-850 м над рівнем моря. Пробна ділянка №5 розташована поблизу с. Зелена, Надвірнянського району (48° 25′ пн.ш. 24° 25′ сх.д.), охоплює буково-ялицево-смерекові лісові екосистеми на висотах 850-1000 м над рівнем моря. Збір жуків проводився згідно методик прийнятих для дослідження мезофауни [8]: метод ручного збору на квітах – для антофільних видів з підродин *Lepturinae* й *Cerambycinae*, які додатково живляться на стадії імаго; також на всихаючих, ошкурених, поранених та зрубаних деревах – для підродин *Necidalinae*, *Aseminae*, *Cerambycinae* й *Lamiinae*; метод збору в корі та під корою всохлих дерев в період масового виходу імаго з лялечок; метод "викошування" ентомологічним сачком жуків з трав'яної рослинності – для підродини *Lamiinae*; метод ґрунтових пасток – для підродин *Prioninae* й *Lamiinae*.

Визначення здійснювалось за допомогою бінокулярного мікроскопа Reichert Austria з використанням визначників [6, 12].

Подібність видових комплексів вусачів у різних лісових екосистемах розраховували за індексом подібності Жаккара [8]:

$$K=(C/((A+B)-C))x100;$$

Де С – кількість спільних видів для обох досліджуваних комплексів або територій; А – кількість видів в одному комплексі або на одній території; В – кількість видів в іншому комплексі або території. Індекс набуває значення від 0% до 100%, де 0-33,3% – це угруповання з низьким рівнем видової подібності, 33,4-66,6% – середній рівень видової подібності, 66,7-100% – високий рівень видової подібності.

Назви систематичних одиниць родини вусачів подано згідно прийнятих таксономічних робіт [4, 5].

Результати та обговорення

Для північно-східного макросхилу Українських Карпат та Передкарпаття, в результаті здійсненого нами обсягу робіт, встановлено поширення 123-ьох видів вусачів, які приналежні до 6-ти підродин, 24-х триб, 67-и родів: *Prionus coriarius* Linnaeus, 1758, *Rhagium sycophanta* Schrank, 1781, *Rhagium mordax* De Geer, 1775, *Rhagium inquisitor* Linnaeus, 1758, *Rhamnusium bicolor* Schrank, 1781, *Oxymirus cursor* Linnaeus, 1758, *Stenocorus meridianus* Linnaeus, 1758, *Pachyta quadrimaculata* Linnaeus, 1758, *Pachyta lamed* Linnaeus, 1758, *Brachyta interrogationis* Linnaeus, 1758, *Evodinellus clathratus* Fabricius, 1792, *Carilia virginea* Linnaeus, 1758, *Pseudogaurotina excellens* Brancs, 1784, *Gnathacmaeops pratensis* Laich, 1784, *Acmaeops septentrionis* Thomson, 1866, *Dinoptera collaris* Linnaeus, 1758, *Pidonia lurida* Fabricius, 1792, *Nivellia sanguinosa* Gyllenhal, 1827, *Grammoptera ruficornis* Fabricius, 1781, *Pseudovadonia livida* Fabricius, 1776, *Allostema tabacicolor tabacicolor* Linnaeus, 1758, *Judolia sexmaculata* Linnaeus, 1758, *Pachytodes cerambyciformis* Schrank, 1781, *Stenurella melanura* Linnaeus, 1758, *Stenurella bifasciata* Müller, 1776, *Stenurella nigra* Linnaeus, 1758, *Strangalina attenuata* Linnaeus, 1758, *Leptura quadrifasciata* Linnaeus, 1758, *Leptura maculata* Poda, 1761, *Leptura mimica* Bat., 1884, *Leptura aethiops* Poda, 1761, *Anastrangalia sanguinolenta* Linnaeus, 1758, *Anastrangalia dubia* Scopoli, 1763, *Anoplodera rufipes* Schaller, 1783, *Anoplodera sexguttata* Fabricius, 1775, *Brachyleptura maculicornis* De Geer, 1775, *Corymbia rubra* Linnaeus, 1758, *Corymbia scutellata scutellata* Fabricius, 1781, *Lepturobosca virens* Linnaeus, 1758, *Necydalis major* Linnaeus, 1758, *Asemum striatum* Linnaeus, 1758, *Tetropium castaneum* Linnaeus, 1758, *Tetropium gabrieli* Weise, 1905, *Tetropium fuscum* Fabricius, 1787, *Spondylis buprestoides* Linnaeus, 1758, *Cerambyx cerdo cerdo* Linnaeus, 1758, *Cerambyx scopolii* Fuessly, 1775, *Rosalia alpina* Linnaeus, 1758, *Aromia moschata* Linnaeus, 1758, *Obrium cantharinum* Linnaeus, 1767, *Obrium brunneum* Fabricius, 1792, *Molorchus minor* Linnaeus, 1758, *Molorchus (Linomius) umbellatarum* Schreb., 1759, *Hylotrupes bajulus* Linnaeus, 1758, *Rhopalopus hungaricus* Herbst, 1784, *Rhopalopus clavipes* Fabricius, 1775, *Rhopalopus macropus* Germar, 1824, *Rhopalopus femoratus* Linnaeus, 1758, *Pronocera angusta* Kriechbaum, 1844, *Semanotus undatus* Linnaeus, 1758, *Callidium aeneum* De Geer, 1775, *Callidium (Paleocallidium) coriaceum* Paykull, 1800, *Callidium violaceum* Linnaeus, 1758, *Pyrrhidium sanguineum* Linnaeus, 1758, *Phymatodes testaceus* Linnaeus, 1758, *Phymatodes (Phymatodellus) rufipes* Fabricius, 1776, *Phymatodes (Poecilium) alni* Linnaeus, 1758, *Anaglyptus (Cyrtophorus) mysticus* Linnaeus, 1758, *Plagionotus detritus* Linnaeus, 1758, *Plagionotus arcuatus* Linnaeus, 1758, *Chlorophorus varius* Müller, 1766, *Chlorophorus herbsti* Brahm, 1790, *Chlorophorus figuratus* Scopoli, 1763, *Chlorophorus sartor* Müller, 1766, *Xylotrechus rusticus* Linnaeus, 1758, *Cyrtoclytus capra* Germar, 1824, *Clytus arietis* Linnaeus, 1758, *Clytus lama* Mulsant, 1847, *Mesosa curculionoides* Linnaeus, 1758, *Mesosa (Aphelocnemia) nebulosa* Fabricius, 1781, *Monochamus sartor* Fabricius, 1787, *Monochamus sutor* Linnaeus, 1758, *Monochamus galloprovincialis pistor* Germar, 1818, *Monochamus saltuarius* Gebler, 1830, *Lamia textor* Linnaeus, 1758, *Dorcadion fulvum fulvum* Scopoli, 1763, *Dorcadion holosericeum* Krynicki, 1832, *Oplosia fennica* (Paykull, 1800), *Anaesthetis testacea* Fabricius, 1781, *Stenostola dubia* Laicharting, 1884, *Stenostola ferrea ferrea* Schrank 1776, *Pogonocherus (Eupogonocherus) hispidulus* Piller et Mitterpacher, 1783, *Pogonocherus hispidus* Linnaeus, 1758 *Pogonocherus ovatus* Goeze, 1777, *Pogonocherus fasciculatus* De Geer, 1775, *Acanthoderes (Psaparochrus) clavipes* Schrank, 1781, *Acanthocinus aedilis* Linnaeus, 1758, *Acanthocinus griseus* Fabricius, 1792, *Acanthocinus reticulatus* Razoumowsky, 1789, *Leiopus nebulosus nebulosus* Linnaeus, 1758, *Exocentrus lusitanus* Linnaeus, 1767, *Exocentrus adspresus* Mulsant, 1846, *Agapanthia villosoviridescens* De Geer, 1775, *Agapanthia cardui cardui* Linnaeus, 1767, *Tetrops praeusta* Linnaeus, 1758, *Saperda (Anaerea) carcharias* Linnaeus, 1758, *Saperda populnea* Linnaeus, 1758, *Saperda scalaris* Linnaeus, 1758, *Saperda perforata* Pallas, 1773, *Oberea pupillata* Gyllenhal, 1817, *Oberea linearis* Linnaeus, 1758, *Oberea (Amaurostoma) erythrocephala* Schrank, 1776, *Oberea oculata* Linnaeus, 1758, *Phytoecia* (*Pilemia*) *tigrina* Mulsant, 1851, *Phytoecia (Musaria) affinis affinnis* Harrer, 1784, *Phytoecia nigricornis* Fabricius, 1781, *Phytoecia icterica* Schaller, 1783, *Phytoecia pustulata* Schrank, 1776, *Phytoecia virgula* Charpentier, 1825, *Phytoecia cylindrica* Linnaeus, 1758, *Phytoecia (Opsilia) coerulescens* Scopoli, 1763, *Phytoecia (Opsilia) uncinata* Redt., 1842, *Phytoecia (Opsilia) molibdaena* Dalman, 1817.

У видовому аспекті угруповання вусачів у грабово-букових лісах представлене 38-а видами, приналежними до 4-х підродин, 16-и триб та 33-х родів.

Представленість таксономічних груп в угрупованні характеризується домінуванням підродини *Lepturinae*, частка якої становить 57,9%. Цей показник, майже, в два рази перевищує частку підродини *Cerambycinae* – 27%, і значно перевищує частки *Lamiinae* – 13,2% та *Prioninae* – 2,6%. Підродина *Lepturinae* вважається однією із древніх, від предкових форм якої еволюціонували *Lamiinae*, а *Cerambycinae* розвинулись від древніх представників *Prioninae* [1, 3]. Аналогічно спостерігається й домінування триби *Lepturini* – 50%, яка багато представлена видами (19 видів). Водночас, відносно високою часткою, представлена триба *Clytini* – 8%. Інші триби є досить малочисельними і не перевищують 5%. В родовому аспекті спостерігається домінування родів *Leptura* – 10,5%, *Anoplodera* – 5,3%, *Stenurella* – 5,3%, які належать до триби *Lepturini*, і вважаються "еволюційно молодими" [1, 3].

У зоогеографічному плані угруповання вусачів представлене чотирма комплексами: голарктичним, палеарктичним, європейсько-сибірським та європейським. Причому, слід зауважити, що ядро угруповання складають палеарктичний та європейський комплекси, які є найчисельнішими за кількістю видів. Так, палеарктичний комплекс налічує 14 видів, що складає 36,8% від загальної кількості виявлених видів. Даний комплекс включає дві географічні групи: транспалеарктичну та західнопалеарктичну. Європейський географічний елемент представлений в угрупованні 21-м видом, що становить 55,3%. До складу європейського геоелементу входить три групи: панєвропейська – види поширені в Європі (14 видів), Середземномор'ї і на Кавказі, власне європейська – види охоплюють Європу (14 видів), та західно-центральноєвропейська – ареали видів охоплюють Центральну та Західну Європу (1 вид). Інші географічні елементи представлені одним-двома видами.

Для вусачів в грабово-букових лісах характерна поліфагія на листяних породах. Частка поліфагів представлених в угрупованні становить 74,4%, що відповідає 29-и видам. Відповідно частка олігофагів складає 25,6% – 9 видів, до яких входять широкі олігофаги – це види які розвиваються на кількох, чітко визначених породах і не заселяють інші [1,3], а також власне олігофаги. Перша група становить 7,9%, сюди приналежні такі види як *A. villosoviridescens*, яка розвивається в стеблах та коренях кропиви, осоту, чортополоху, *P. lurida*, що заселяє смереку та бук, *S. scalaris* – личинки розвиваються в гнилій деревині вільхи та верби. А друга група – 15,7%. Це переважно олігофаги смереки та ялиці, а також деяких видів зонтичних.

Частка видів-антофілів становить 71,1%, а видів, що живляться вегетативними органами рослин та афагів разом – 29,9%.

Домінантна структура угруповання вусачів у екосистеми грабово-букових лісів характеризується наявністю в домінантному ядрі, до якого належать види класів субдомінантів, домінантів та евдомінантів, 8 видів. З-поміж них чітко виражені 4 домінанти. Це такі види як: *A. tabacicolor* – 16,1%, *D. collaris* – 14,1%, *Ph. testaceus* – 11,5%, *S. melanura* – 12,3%. Ці види є типовими поліфагами на листяних деревах [1, 3]. Їх личинки розвиваються в деревині бука, граба, дуба, берези, осики, яблуні, горіха, гіркокаштану, черешні, вишні та ін.

Саме завдяки поліфагії вони й займають домінуюче положення в структурі фауни. Субдомінанти представлені такими видами як: *B. maculicornis* – 6,7 %, *G. ruficornis* – 3,6%, *L. maculata* – 3,8, *Rh. macropus* – 9,7%.

Окремою групою видів у фауні грабово-букових лісів є види консортивно пов'язані зі смерекою. Це такі види як: *A. sanguinolenta*, *O. brunneum*, *C. rubra*, *H. bajulus*, *P. lurida* їх чисельність коливається в межах 0,3-2%. Наявність цих видів пов'язана в першу чергу зі зростанням, незначних за площею, штучних насаджень смереки європейської, а також використання будматеріалів з цієї породи, і очевидно. Винятком з цієї групи видів є лише *P. lurida*, яка розвивається також і в деревині бука.

Таблиця 1. Домінантна структура фауни жуків-вусачів у грабово-букових лісів.

№	Види	Періоди зборів				Середнє значення	
		2002	2003	2004	2005	шт.	%
1.	*A. tabacicolor*	33	65	53		63	16,1
2.	*A. villosoviridescens*		2	2		2	0,5
3.	*A. mysticus*	2	1			1	0,3
4.	*A. sanguinolenta*	1	1			1	0,3
5.	*A. rufipes*			6		6	1,5
6.	*A. sexguttata*		2			2	0,5
7.	*B. maculicornis*	12	41			26	6,7
8.	*O. brunneum*		2			2	0,5
9.	*C. scopolii*		14	5		9	2,3
10.	*Ch. herbsti*		3			3	0,8
11.	*C. arietis*		1			1	0,3
12.	*C. rubra*		1			1	0,3
13.	*C. scutellata*		1			1	0,3
14.	*D. collaris*	47	40	78		55	14,1
15.	*G. ruficornis*	11	16	14		14	3,6
16.	*H. bajulus*	1				1	0,3
17.	*L. nebulosus*			3		3	0,8
18.	*L. aethiops*		2			2	0,5
19.	*L. mimica*	2	4	6		4	1
20.	*L. maculata*	10	22		12	15	3,8
21.	*L. quadrifasciata*		2	1		1	0,3
22.	*M. nebulosa*			1		1	0,3
23.	*M. umbelatarum*		1	5		3	0,8
24.	*N. sanguinosa*	1				1	0,3
25.	*P. cerambyciformis*	2	11			6	1,5
26.	*Ph. testaceus*	39		51		45	11,5
27.	*Ph. affinis*	13	4	2		6	1,5
28.	*P. lurida*	3	15	6		8	2
29.	*P. hispidulus*	1				1	0,3
30.	*P. coriarius*	5	4		6	5	1,3
31.	*P. livida*		2			2	0,5
32.	*Rh. mordax*	2	3	4		3	0,8
33.	*Rh. macropus*	31		48		38	9,7
34.	*S. scalaris*	1				1	0,3
35.	*S. melanura*	46	50			48	12,3
36.	*S. nigra*	1	1	3		2	0,5
37.	*S. attenuata*	8	4		10	7	1,8
38.	*X. rusticus*			1		1	0,3
	Всього:	273	315	289	28	391	100,2%

Для дубово-грабово-букових лісів відомо 41 вид, що приналежний до 4-х підродин, 17-и триб та 30-и родів.

Особливість екологічних умов на досліджуваній території Бистрицької стінки зумовлюється тим, що сюди заходять петрофільні степові екосистеми, що спричинює поширення видів притаманних більше лісостепу,

ніж передгірному регіону Карпат. Саме цим зумовлена специфіка таксономічної структури, як зрештою й видового складу та інших аспектів угруповання вусачів на цій території. Так, поруч з домінуючою підродиною *Lepturinae*, частка якої становить 41,5%, значною чисельністю характеризується підродина *Lamiinae* – 29,3%, що не є типовим для лісових екосистем в східних передгір'ях Карпат. А підродина *Cerambycinae*, що в передгір'ях є другою за чисельністю, дещо уступає попередній. В плані представленості таксонів рівня триби, домінуючою є триба *Lepturini* – 35%, значною мірою представлені також триби: *Phytoeciini* – 12,2%, *Clytini* – 7,3% та *Rhagiini* – 7,3%. Аналіз родової структури угруповання вказує на домінування роду *Phytoecia* – 12,2% та роду *Leptura* – 9,8% від загального числа видів в угрупованні.

Таблиця 2. Домінантна структура фауни жуків-вусачів в дубово-грабово-букових лісах.

№	Види	Періоди зборів			Середнє значення	
		2003	2004	2005	шт.	%
1.	*A. tabacicolor*	31	24	35	30	8,4
2.	*A. villosoviridescens*	5	3	7	5	1,4
3.	*A. mysticus*	2	2	1	2	0,6
4.	*A. moschata*	3	1		2	0,6
5.	*A. sanguinolenta*	1			1	0,3
6.	*A. dubia*		1			0,3
7.	*A. sexguttata*		1	1	1	0,3
8.	*B. maculicornis*	15	24	10	16	4,5
9.	*C. violaceum*	1			1	0,3
10.	*C. scopolii*		1	2	1	0,3
11.	*Ch. herbsti*		1		1	0,3
12.	*C. arietis*			1	1	0,3
13.	*D. collaris*	87	56	73	72	20,2
14.	*D. fulvum*		1		1	0,3
15.	*D. holosericeum*	1			1	0,3
16.	*E. lusitanus*	1	1		1	0,3
17.	*G. ruficornis*	10	3	7	6	1,7
18.	*L. aethiops*	1	9	10	6	1,7
19.	*L. mimica*	29	48	35	37	10,4
20.	*L. maculata*	5	2	10	6	1,7
21.	*L. quadrifasciata*	1	2	1	1	0,3
22.	*M. curculinoides*		1	3	2	0,6
23.	*M. umbelatarum*			6	6	1,7
24.	*M. minor*	1			1	0,3
25.	*O. brunneum*			2	2	0,6
26.	*P. cerambyciformis*	1	3	8	4	1,1
27.	*Ph. affinis*	61	23	46	43	12,1
28.	*Ph. nigricornis*	1			1	0,3
29.	*Ph. pustulata*		1		1	0,3
30.	*Ph. uncinata*			8	8	2,3
31.	*Ph. cylindrica*			3	3	0,8
32.	*P. arcuatus*			1	1	0,3
33.	*P. coriarius*	1	5	2	3	0,8
34.	*P. livida*	3	10	2	5	1,4
35.	*Rh. macropus*		1	3	2	0,6
36.	*S. carcharias*	2			2	0,6
37.	*S. melanura*	53	73	82	69	19,4
38.	*S. nigra*	1	4	2	2	0,6
39.	*S. attenuata*	5	1	5	4	1,1
40.	*S. meridianus*	2		4	3	0,8
41.	*T. praeusta*		2		2	0,6
	Всього:	324	303	370	356	100,5

Представленість зоогеографічних елементів вусачів вказує на домінування двох комплексів: європейського та палеарктичного. Перший становить 56,1%, і включає чотири групи: панєвропейську,

європейську, західно-центрально європейську та понтійну. Причому, перші дві домінують за кількістю видів у їх складі. Так, панєвропейська група представлена 14-а видами, що становить 34,2%, а європейська – 6-а видами, і 14,6% відповідно. Цікавою є понтійна група, яка не спостерігалася на інших досліджуваних територіях регіону і свідчить про екстразональний характер як лісових, так й степових екосистем. Другий комплекс – палеарктичний представлений транспалеарктичною та західнопалеарктичною групами. Частка першої з них становить 19,5%, а другої 14,6%. Голарктичний та європейсько-сибірський зоогеографічні комплекси представлені всього 1-м та 3-а видами відповідно.

В екосистемі дубово-грабово-букових лісів, як і в екосистемі грабово-букових лісів, спостерігається загальне переважання жуків-поліфагів над жуками-олігофагами. Їх частка в угрупованні становить 70,7%. Причому поліфагами на листяних породах деревних рослин є 63,4%, а 7,3% – це поліфаги на трав'янистих рослинах. До останньої групи належать такі види як *D. fulvum*, *D. holosericeum*, *Ph. cylindrica* тощо, що типові для лісостепу і в досліджуваному регіоні проходить межа їх ареалу. Слід зауважити, що *D. fulvum* і *D. holosericeum* – це види, личинки яких розвиваються в ґрунті, підгризаючи корені трав [1, 3], вони приурочені до відкритих лучно-степових біотопів, проте часто заходять в суміжні лісові масиви.

Олігофагія розвинена всього в 29,3% видів жуків-вусачів. В першу чергу це види консортивно пов'язані зі смерекою та ялицею, їх всього 7,3%. Види олігофаги листяних дерев складають ще меншу частку – 4,9%, а основну масу тут становлять широкі олігофаги трав'янистих рослин – 12,2%, з-поміж яких багато нетипових для лісових екосистем видів.

Співвідношення видів-антофілів з видами, що живляться вегетативними органами рослин, в тому числі й афагами, становить 61% до 39% відповідно.Домінантна структура угруповання вусачів характеризується наявністю в домінантному ядрі 6-и видів, з яких 4 – домінанти, 2 – субдомінанти. Таким чином, домінантами виступають: *D. collaris* – 20,2%, *L. mimica* – 10,4%, *Ph. affinis* – 12,1%, *S. melanura* – 19,4%; субдомінанти представлені такими видами: *A. tabacicolor* – 8,4%, *B. maculicornis* – 4,5%.

Група видів консортивно пов'язаних зі смерекою та ялицею в даній екосистеми представлена лише: *A. dubia, A. sanguinolenta, M. minor, O. brunneum*, частки яких в угрупованні не перевищують 0,3-0,6%.

Угруповання жуків-вусачів в екосистемі дубово-буково-ялицевих лісів представлене 39-а видами, приналежними до 4-х підродин, 11-и триб та 28-и родів. Особливістю таксономічної структури угруповання вусачів є те, що поруч з домінуванням підродини *Lepturinae* високою чисельністю відзначається підродина *Lamiinae* – 30,8%, яка представлена значним числом видів консортивно зв'язаними з листяними деревними породами. Підродина *Cerambycinae* становить всього 18% від загального числа видів в угрупованні, а *Prioninae* – 2,6%. Домінує триба *Lepturini*, чисельність якої становить 38,6%, або 15 видів. Відносно високою представленістю в угрупованні характеризуються триби *Rhagiini*, *Clytini*, *Phytoeciini*, чисельність яких становить по 10,3%.

Хорологічна структура угруповання в даній лісовій екосистеми характеризується наявністю чотирьох зоогеографічних комплексів: голарктичного, палеарктичного, європейсько-сибірського та європейського. Домінуючими в угрупованні виступають європейський та палеарктичний комплекси. Перший представлений панєвропейською групою видів, яка є найбільшою групою і її частка становить 35,9%, європейською – 12,8% й західно-центрально європейською – 5,1%. Другий зоогеографічний комплекс представлений транспалеарктичною групою – 23,1% та західнопалеарктичною – 15,4%. До складу голарктичного комплексу входить всього один вид і частка комплексу становить 2,6%, а європейсько-сибірський представлений двома видами – 5,1%.

Як відмічалось для екосистем грабово-букових та дубово-грабово-букових лісів, так і для екосистеми дубово-буково-ялицевих лісів в трофічній структурі угруповання жуків-вусачів переважають поліфаги на листяних лісових породах. Їх частка в угрупованні становить 64,1%, тоді як частка олігофагів, в тому числі й широких олігофагів, – 35,9%. Власне олігофагів на листяних деревних породах всього 2 види – це олігофаг верби *O. oculata*, та олігофаг осики й верби – *S. populnea*, загальна частка яких в угрупованні становить 5,1%. Олігофагів хвойних деревних порід – 5 видів (12,8%); олігофагів трав'янистих рослин – 5,1%; широких олігофагів листяних порід – 5,1%, широких олігофагів смереки та бука – 1 вид (2,6%).

Співвідношення між видами-антофілами та видами, які не відвідують квітів, а живляться з інших джерел, афагами становить 53,9% до 46,1% відповідно.

Особливості структурної організації угруповання вусачів в умовах дубово-буково-ялицевих лісів визначаються значною представленістю в екосистемі ялиці, що впливає на домінантний розподіл видів. Як показали дослідження, домінантне ядро угруповання представлене видами поліфагами листяних дерев – домінанти та субдомінанти, і лише єдиним видом-субдомінантом – олігофагом смереки та ялиці.

Домінантне ядро угруповання представлене 9-а видами, з яких 3 – це домінанти: *A. tabacicolor* – 19,1%, *D. collaris* – 10,6%, *S. melanura* – 12,2%, решта – субдомінанти: *A. sexguttata* – 3,7%, *B. maculicornis* – 3,9%, *C. rubra* – 7,3%, *L. mimica* – 4,7%, *L. maculata* – 5,9%, *S. attenuata* – 5,9%. З-поміж субдомінантів найвищою чисельністю характеризується *C. rubra*, яка консортивно пов'язана з ялицею. Окрім цього виду, консортивні стосунки з ялицею також притаманні для *M. minor* – 0,2%, *Rh. inquisitor* – 0,4%. Такий незначний рівень представленості видів олігофагів смереки та ялиці, пов'язаний в першу чергу з тим, що для них більш характерною кормовою породою є смерека, і тільки в незначній мірі ялиця. Остання заселяється в екстразональних, нетипових для виду умовах, тобто, в локальному масштабі північно-східного макросхилу Українських Карпат – на межі ареалу.

Окремо слід відмітити такий вид як *P. lurida*, яка розвивається як в деревині смереки, так і в деревині бука, можливо, цей вид також заселяє і ялицю. В досліджуваному угрупованні *P. lurida* є рецидентом, її відносна чисельність становить всього 2,2%.

Таблиця 3. Домінантна структура угруповання жуків-вусачів в дубово-буково-ялицевих лісах.

№	Види	Періоди зборів				Середнє значення	
		2002	2003	2004	2005	шт.	%
1.	*A. tabacicolor*	91	94	83	106	94	19,1
2.	*A. villosoviridescens*	3	10	5	13	8	1,6
3.	*A. dubia*			2	1	2	0,4
4.	*A. testacea*				1	1	0,2
5.	*A. sexguttata*			15	21	18	3,7
6.	*B. maculicornis*	15	12	29	19	19	3,9
7.	*C. arietis*			1		1	0,2
8.	*C. lama*			1		1	0,2
9.	*C. rubra*	32	45	30	36	36	7,3
10.	*D. collaris*	53	50	59	47	52	10,6
11.	*E. lusitanus*		1			1	0,2
12.	*G. ruficornis*	5	13	10	16	11	2,2
13.	*L. aethiops*	1	5	2	3	3	0,6
14.	*L. mimica*	24	10	21	36	23	4,7
15.	*L. maculata*		23	36	29	29	5,9
16.	*L. quadrifasciata*		10	20	12	14	2,8
17.	*M. curculinoides*				2	2	0,4
18.	*M. nebulosa*		1			1	0,2
19.	*M. minor*			1		1	0,2
20.	*O. linearis*				2	2	0,4
21.	*O. oculata*		1			1	0,2
22.	*P. cerambyciformis*	3	9	10	14	9	1,8
23.	*Ph. rufipes*				1	1	0,2
24.	*Ph. affinis*	8	5	11	19	11	2,2
25.	*P. lurida*			6	15	11	2,2
26.	*P. arcuatus*				2	2	0,4
27.	*P. detritus*				1	1	0,2
28.	*P. coriarius*	1	1	3	10	5	1
29.	*P. livida*	10	3	12	14	10	2
30.	*Rh. inquisitor*			1	3	2	0,4
31.	*Rh. mordax*	1		1	2	2	0,4
32.	*Rh. macropus*				10	10	2
33.	*S. populnea*		3			3	0,6
34.	*S. scalaris*				1	1	0,2
35.	*S. melanura*	66	57	65	51	60	12,2
36.	*S. nigra*		5	10	13	9	1,8
37.	*S. ferrea*				5	5	1
38.	*S. attenuata*			24	33	29	5,9
39.	*T. praeusta*		1	1	3	2	0,4
	Всього:	313	359	459	541	493	99,9

В результаті досліджень для екосистеми ялиново-буково-ялицевих лісів встановлено 32 види вусачів, які належать до 5-ти підродин, 10 триб та 27 родів.

Таксономічний аналіз угруповання показав, що домінуючими підродинами виступають *Lepturinae* та *Cerambycinae*, чисельність яких становить 71,9 та 15,6% відповідно. Інші підродини представлені всього 1-2 видами і їх частка в угрупованні не перевищує 6,3%. В плані таксономічної структури за трибами, домінуючою виступає триба *Lepturini*, яка представлена 15-а видами, що становить 46,9%. Чисельною також є триба *Rhagiini* – 8 видів й 25%. Решта представлена незначною кількістю видів.

Зоогеографічний аналіз угруповання виявив домінування європейського комплексу – 37,5% та значну представленість європейсько-сибірського й палеарктичного комплексів – по 28,1%.

На відміну від передгірних угруповань вусачів приурочених до формації букових лісів, в екосистеми ялиново-буково-ялицевих лісів переважають олігофаги – 53,1%, з яких вузькими олігофагами смереки та ялиці є 15 видів (46,9%), олігофагами на вільсі та вербі є 1 вид (3,1%) та широкі олігофаги смереки й бука – 1 (3,1%). Поліфаги в угрупованні представлені 15-а видами, що становить 46,9%.

Співвідношення антофільних видів й видів, що характеризуються додатковим живленням на вегетативних органах рослин або афагією, становить 78,1 до 21,9%.

Домінантна структура угруповання вусачів, даної лісової екосистеми, характеризується полідомінантністю, яка виражається в наявності численних домінантів та субдомінантів і відсутністю евдомінантів. Домінантне ядро переставлене 11-а видами, з яких всього 2 домінанти з низькою чисельністю та 9 субдомінантів. *A. dubia* і *C. virginea* – це види-домінанти, частки яких становлять 11,1 та 16,5% відповідно. До субдомінантів належать такі види: *A. tabacicolor* – 3,1%, *A. sanguinolenta* – 3,1%, *C. rubra* – 9%, *G. ruficornis* – 4,2%, *L. mimica* – 4%, *L. quadrifasciata* – 4%, *O. brunneum* – 6,1%, *P. cerambyciformis* – 7,1%, *S. melanura* – 8,6%. Як бачимо домінанти в даному угрупованні представлені лише олігофагами смереки та ялиці, а субдомінанти переважно поліфагами на листяних породах. Загалом, структура угруповання вказує на її перехідний характер між буковою та смерековою формаціями.

Таблиця 4. Домінантна структура угруповання жуків-вусачів в смереково-буково-ялицевих лісах.

№	Види	Періоди зборів					Середнє значення	
		2001	2002	2003	2004	2005	шт.	%
1.	*A. tabacicolor*		21	8	17	14	15	3,1
2.	*A. dubia*	55	47	58	69	35	53	11,1
3.	*A. sanguinolenta*	16	20	12	10	15	15	3,1
4.	*B. maculicornis*		6	19	1	2	7	1,5
5.	*C. violaceum*	2					2	0,4
6.	*C. virginea*	71	62	88	56	118	79	16,5
7.	*C. arietis*			1			1	0,2
8.	*C. capra*			1			1	0,2
9.	*C. rubra*	48	50	40	37	39	43	9
10.	*C. scutellata*		3	3			3	0,6
11.	*D. collaris*	3		25		2	10	2,1
12.	*E. clathratus*		11	13		13	12	2,5
13.	*G. ruficornis*	24	17		21	16	20	4,2
14.	*J. sexmaculata*					2	2	0,4
15.	*L. aethiops*			2			2	0,4
16.	*L. mimica*		17	19	25	14	19	4
17.	*L. quadrifasciata*	17	28	19		10	19	4
18.	*L. virens*	11	16	18	11	15	14	2,9
19.	*M. minor*	13	9	11	11	10	11	2,3
20.	*M. sartor*	2				3	3	0,6
21.	*N. sanguinosa*					2	2	0,4
22.	*O. brunneum*	23	28		37	26	29	6,1
23.	*O. cursor*			1		3	2	0,4
24.	*P. quadrimaculata*	4	4	10		5	6	1,3
25.	*P. cerambyciformis*	34	40	35	22	38	34	7,1
26.	*P. lurida*	27	22	26	23	34	26	5,4
27.	*P. coriarius*	1					1	0,2
28.	*Rh. inquisitor*					1	1	0,2
29.	*Rh. mordax*	1				1	1	0,2
30.	*S. melanura*	39	47	36	41		41	8,6
31.	*T. castaneum*					4	4	0,8
32.	*T. fuscum*					1	1	0,2
	Всього:	391	448	445	381	422	479	100

Для екосистеми буково-ялицево-ялинових лісів, включно із літературними даними і колекційними матеріалами Державного природознавчого музею, встановлено 50 видів вусачів, які приналежні до 4-х підродин, 14-и триб й 34-х родів.

Таблиця 5. Домінантна структура угруповання жуків-вусачів в буково-ялицево-смерекових лісах.

№	Види	Періоди зборів					Середнє значення	
		2000	2001	2002	2003	2004	шт.	%
1.	*A. aedilis*	1					1	0,05
2.	*A. griseus*			2			2	0,1
3.	*A. septemtrionis*				1		1	0,05
4.	*A. villosoviridescens*		1	1			1	0,05
5.	*A. tabacicolor*			52	42	32	42	2,8
6.	*A. dubia*	21	87	166	69	18	72	4,9
7.	*A. sanguinolenta*		22	55	54	36	42	2,8
8.	*A. moschata*	2					2	0,1
9.	*B. maculicornis*	1	8	15	22	11	11	0,8
10.	*C. coriaceum*			1	1		1	0,05
11.	*C. violaceum*	2	4	4	2		3	0,2
12.	*C. virginea*	107	614	1513	1237	581	810	54,9
13.	*C. arietis*		1	1			1	0,5
14.	*C. lama*			1			1	0,05
15.	*C. rubra*	1	6	27	55	16	21	1,4
16.	*C. scutellata*			3			3	0,2
17.	*C. capra*		1				1	0,05
18.	*D. collaris*	2	13	3	1	1	4	0,3
19.	*E. clathratus*	5	21	26	47	5	21	1,4
20.	*G. ruficornis*		1			26	14	1
21.	*J. sexmaculata*		2	3			3	0,2
22.	*L. aethiops*	2		1			2	0,1
23.	*L. mimica*	2	4	6	3	7	4	0,3
24.	*L. quadrifasciata*	1	21	17	42	9	18	1,2
25.	*L. virens*	12	69	186	116	59	88	5,9
26.	*M. minor*	1	32	44	4	21	20	1,4
27.	*M. saltuarius*		1	2			2	0,1
28.	*M. sartor*	8	5	150	13	3	36	2,4
29.	*M. sutor*		1	81	50	7	15	1
30.	*N. sanguinosa*					2	2	0,1
31.	*O. brunneum*			25	3	56	28	1,9
32.	*O. cursor*		3	2	2		2	0,1
33.	*P. quadrimaculata*	1	1	27	1		8	0,5
34.	*P. cerambyciformis*	5	21	59	39	45	34	2,3
35.	*P. erraticus*		1				1	0,05
36.	*P. lurida*	5	120	245	106	88	113	7,7
37.	*P. coriarius*	2				1	2	0,1
38.	*P. livida*				1		1	0,05
39.	*Rh. mordax*		4	17	11	2	9	0,6
40.	*Rh. inquisitor*		1	1		11	4	0,3
41.	*Rh. hungaricus*		1	2			2	0,1
42.	*S. scalaris*	1	1				1	0,05
43.	*S. melanura*	1		20	14	1	9	0,6
44.	*T. castaneum*			4	6	27	12	0,8
45.	*T. fuscum*					2	2	0,1
46.	*T. gabrieli*			4		3	3	0,2
	Всього:	183	1067	2766	1942	1070	1475	99,9

В угрупованні вусачів за кількістю видів домінує підродина *Lepturinae* – 56% (26 видів), як домінанти також виступають підродини *Cerambycinae*- 19,6% й *Lamiinae* – 15,2%. З-поміж триб найчисельнішими є *Lepturini* – 37% і *Rhagiini* – 19,6%.

Слід відмітити зміну, в порівнянні з угрупованнями вусачів в інших лісових екосистемах, представленості зоогеографічних груп та комплексів. Зокрема, відмічено високу чисельність європейсько-сибірського комплексу – 32,6%, для порівняння, європейський комплекс, який в інших екосистемах характеризувався найбільшою кількістю видів, складає лише 34,8%, а палеарктичний – 28,3%.

В угрупованні вусачів, даної лісової екосистеми, спостерігається домінування олігофагів, частка яких становить 63%. З них олігофаги листяних – 4,4%, широкі олігофаги трав'янистих – 2,2%, широкі олігофаги смереки та бука – 2,2%, олігофаги смереки та ялиці – 54,2%. Поліфаги становлять 37%. Поліфаги на листяних породах – 34,8%, поліфаги хвойних та листяних – 2,2%.

Угруповання жуків-вусачів в екосистеми буково-ялицево-ялинових лісів характеризується дуже специфічною домінантною структурою. Так, із 46-и видів до складу домінантного ядра входять всього 4, а структура домінантного ядра характеризується наявністю евдомінанта *C. virginea*, частка якого становить 54,9%, та трьох субдомінантів: *A. dubia* – 4,9%, *L. virens* – 5,9% й *P. lurida* – 7,7%. Усі види домінантного ядра є олігофагами смереки та ялиці.

Висновки

1. У Карпатах переважають види з європейським (45,6%), палеарктичним (26,3%) та європейсько-сибірським (18,4%) типами ареалу, а з голарктичним та середземноморським представлені по 5,3% і 4,4% відповідно. Зі зниженням висот перебудовується зоогеографічна структура фауни: зменшується представленість голарктичних видів з 8,6%, у Карпатах, до 3,8%, на східних теренах Передкарпаття; зменшується частка європейсько-сибірських видів – з 31,6%, у гірській місцевості, до 10%, на Передкарпатті; збільшується частка представленості у фауні палеарктичного комплексу – з 27,6%, у Карпатах, до 31,7%, на Центральному Передкарпатті, й 32,9%, на Східному Передкарпатті; європейський зоогеографічний комплекс найбільш представлений в зоні Центрального Передкарпаття – 51,7%, а в Карпатах – 32,8% і на Східному Передкарпатті – 46,8%; елементи середземноморського зоогеографічного комплексу з'являються в межах Центрального (1,7%) і Східного Передкарпаття (6,3%).
2. Зі зростанням висот в угрупованнях збільшується частка видів з підродин *Lepturinae* й *Aseminae*, зменшується частка підродин *Cerambycinae*, а частка підродини *Lamiinae* зростає до висот 450-500 м. над морем після чого знову знижується; частка ж підродини *Prioninae* залишається стабільною на всіх висотах.
3. Зі зростанням висот виявлено різке зменшення кількості видів-поліфагів на листяних і зростання кількості видів-олігофагів на хвойних деревних породах. Зі спадом висот зростає частка видів-олігофагів на трав'янистих рослинах.
4. У грабово-букових лісах наявні чотири домінанти: *A. tabacicolor*, *D. collaris*, *Ph. testaceus*, *S. melanura* та чотири субдомінанти: *B. maculicornis*, *G. ruficornis*, *L. maculata*, *Rh. Macropus.* У дубово-грабово-букових – чотири домінанти: *D. collaris*, *L. mimica*, *Ph. affinis*, *S. melanura* й два субдомінанти: *A. tabacicolor*, *B. maculicornis*. У дубово-буково-ялицевих лісах – три домінанти: *A. tabacicolor*, *D. collaris*, *S. melanura*, шість субдомінантів : *A. sexguttata*, *B. maculicornis*, *C. rubra*, *L. mimica*, *L. maculata*, *S. attenuata.* У смереково-буково-ялицевих – два домінанти: *A. dubia* і *C. virginea*, та дев'ять субдомінантів: *P. cerambyciformis*, *S. melanura*, *A. tabacicolor*, *A. sanguinolenta*, *C. rubra*, *G. ruficornis*, *L. mimica*, *L. quadrifasciata*, *O. brunneum.* У буково-ялицево-смерекових лісах наявні вид-евдомінант – *C. virginea*, та три видів-субдомінантів – *A. dubia*, *L. virens*, *P. lurida.*

Література

1. *Данилевский М.Л.* Морфо-экологические закономерности эволюции личинок жуков-дровосеков // Автореф. дисс… канд. биол. наук: 03.00.09. – М., 1976. – 17 с.
2. *Загайкевич И.К.* Насекомые вредители лесов западных областей Украинской ССР и меры борьбы с ними // Автореф. дисс… канд. биол. наук: 03.00.09. – К., 1954. – 15 с.
3. *Загайкевич И.К.* Таксономия и экология усачей. – К.: Наукова Думка, 1991. – 420 с.
4. *Лобанов А.Л., Данилевский М.Л., Мурзин С.В.* Систематический список усачей (*Coleoptera, Cerambycidae*) Фауны СССР. I // Энтомологическое обозрение. – 1981. – Т. LX, ч. 4. – с. 784-803.
5. *Лобанов А.Л., Данилевский М.Л., Мурзин С.В.* Систематический список усачей (*Coleoptera, Cerambycidae*) Фауны СССР. II // Энтомологическое обозрение. – 1982. – Т. LXI, ч. 2. – с. 252-276.
6. *Определитель* насекомых европейской части СССР. Т. 2: Жесткокрылые и веерокрылые /Алексеев А.В., Арнольди Л.В., Гурьева Е.Л. и др./ Под ред. Бей-Биенко Г.Я. – М.-Л.: Наука, 1965. – 668 с.
7. *Продромус* растительности Украины /Шеляг-Сосонко Ю.Р., Дидух Я.П., Дубына Д.В. и др./ – К.: Наукова думка, 1991. – 267 с.
8. *Фасулати К.К.* Полевое изучение наземных беспозвоночных. – М.: Высшая Школа, 1971. –187 с.
9. *Шаблиовский В.В.* Жуки-дровосеки Приморского края // Автореф. дисс… канд. сельскохозяйственных наук: 03.00.09. – Л., 1950. – 15 с.
10. *Шаблиовский В.В.* Жуки-дровосеки лесной зоны СССР // Автореф. дисс. д-ра биол. Наук: 03.00.09. – Л., 1967. – 44 с.;
11. *Danilevsky M.L.* Taxonomic and zoogeographical notes on the family *Cerambycidae* (*Coleoptera*) of Russia and adjacent regions // Russian entomological journal. – Moscow, 1993. – vol. 1, No. 2. – P. 37-39.
12. *H. Freude, K.W. Harde, G.A. Lohse* Die Käfer Mitteleuropas. Band 9. Cerambycidae, Chrisomelidae. – Krefeld: Goecke & Evers – 1966. – 260 p.
13. *Gutowski J.* The role of *Cerambycidae* and *Buprestidae* (*Coleoptera*) in forest ecosystems and some remarks on their economic significance // IV-th Symposium on the protection of forest ecosystems. – Warsaw. - 1988. - P. 165-175.

Стаття поступила до редакції 03.03.2008 р.; прийнята до друку 21.03.2008 р.

Заморока А. М. – асистент кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Рецензент: доцент, кандидат біологічних наук Сіренко А.Г., доцент кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника

БІОХІМІЯ

УДК 577.152.32:577.151.5.:582

ВИЖИВАННЯ ТА АНТИОКСИДАНТНИЙ ЗАХИСТ ДРІЖДЖІВ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*, ВИРОЩЕНИХ НА ГЛЮКОЗІ ТА ФРУКТОЗІ

Л.М. Моргулець, Т.Р. Бабійчук, О.М. Величко
Кафедра біохімії, Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

В роботі показано, що рівень життєздатності та окисного пошкодження білків у дріжджів Saccharomyces cerevisiae відрізняється при їхньому рості на фруктозі та глюкозі. Знайдено тісний кореляційний зв'язок між активністю каталази та супероксиддисмутази за дії стресу, індукованого пероксидом водню. Висловлене припущення про вищу інтенсивність окисних процесів у дріжджів, вирощених на фруктозі, порівняно з клітинами, які росли на глюкозі.

***Ключові слова**: Saccharomyces, антиоксиданти, каталаза.*

Morgulets L.M., Babijchuk T.R., Velychko O.M. **Survival and antioxidant defense of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* grown on glucose and fructose.** *It was shown that cell survival and the level of oxidized proteins in the yeast Saccharomyces cerevisiae differs at growth on fructose and glucose. A strong relationship between activities of catalase and superoxide dismutase has been found under stress induced by hydrogen peroxide. It can be suggested that intensity of oxidizing processes is higher at growth on fructose as compared with cultivation on glucose.*

***Key words:** Saccharomyces, antioxidant, catalase.*

Вступ

В останні роки тривають дискусії щодо доцільності застосування фруктози як замінника сахарози і глюкози. Дієта такого типу рекомендується людям з гіперглікеміями, серцево-судинними захворюваннями, ожирінням та діабетом обох типів. Подібно до глюкози фруктоза є шестивуглецевим моносахаридом і багатим на енергію субстратом [6, 15]. Проте особливості будови молекули фруктози забезпечують її вищу реакційну здатність. Існують дані щодо здатності фруктози до неферметативного глікозилювання білків чи ліпідів, тобто неспецифічного процесу, що порушує функціонування біомолекул і супроводжується утворенням невластивих клітині продуктів AGEs (advanced glucation end-products) [1, 3, 5, 8]. Як наслідок, можливі порушення деяких метаболічних шляхів [5, 15].

Клітини мікроскопічних еукаріотів характеризуються показниками, які дають уявлення про перебіг основних процесів, що забезпечують життєздатність. Серед них здатність до поділу та стан антиоксидантної системи, яка вказує на інтенсивність окисних процесів у клітині. Антиоксидантна система дріжджів *S. cerevisiae* представлена рядом ферментів, що детоксикують активовані форми кисню (АФК). АФК є продуктами нормального аеробного метаболізму, а також можуть утворюватися в клітині внаслідок дії зовнішніх факторів [18]. Ізоферменти супероксиддисмутази (СОД) та каталази контролюють рівень супероксид-аніоніону та пероксиду водню, захищаючи тим самим молекули клітин, зокрема ДНК, білки, ліпіди, від окисної модифікації [7, 10, 12-14, 18]. Метою роботи було порівняти особливості росту дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* на глюкозі та фруктозі, як можливих джерелах енергії та вуглецю, а також особливості їх антиоксидантного захисту.

Матеріали і методи

В роботі використовували штам *Saccharomyces cerevisiae* YPH250 (дикий тип, *MATα tprl-Δ1, his3-Δ200, lys2-Δ1, ade2-101, ura3-52 leu2-Δ1*), люб'язно наданий Dr. Y. Inoue (Кіотський університет, Японія). Дріжджі вирощували за умов аерації при 28°С у середовищі, яке містило 2% і 4% глюкози або фруктози, 2% ферментативного пептону та 1% дріжджового екстракту. Для дослідів дріжджі відбирали на 24, 72 та 120 год культивування. Відповідь на дію стресу, індукованого пероксидом водню, вивчали на ранній експоненційній фазі росту дріжджів (14 год).

Життєздатність клітин оцінювали, використовуючи загальноприйнятий підхід визначення кількості колоній-утворюючих одиниць на агаризованому живильному середовищі [19]. Кількість мертвих клітин визначали за допомогою барвника метиленового синього [16]. Для цього суспензію клітин дріжджів витримували з 1% розчином барвника у співвідношенні 4:1 протягом 7 хв, після чого кількість клітин, що набували синього кольору, підраховували в камері Горяєва.

Активність ферментів визначали спектрофотометричним методом на спектрофотометрах СФ-46 і Spekol 211. Активність СОД оцінювали за ступенем інгібування в реакції окислення кверцетину супероксид-аніоном при 406 нм в суміші, яка містила 30 мМ Тріс-HCl буферу (pH 9,0), 0,5 мМ EDTA, 0,8 мМ ТЕМЕД, 50 мкМ кверцетину [11, 12]. Активність каталази визначали при довжині хвилі 240 нм у пробі, що містила 10 мМ H_2O_2, 0,5 мМ ЕДТА, 50 мМ калій-фосфатного буферу (pH 7,0). Для розрахунків використовували коефіцієнт молярного поглинання пероксиду водню 39,4 $M^{-1}\cdot см^{-1}$ [11, 12]. Кількість карбонільних груп білків визначали за їх взаємодією з 2,4–динітрофенілгідразином [9]. Утворені гідразони реєстрували спектрофотометричним методом при довженні хвилі 370 нм. Концентрацію карбонільних груп білків розраховували, використовуючи коефіцієнт молярної екстинкції 22×10^3 $M^{-1}\cdot см^{-1}$. Концентрацію білка визначали за методом Бредфорда з використанням кумасі яскраво-синього G-250 [2].

Результати і обговорення

Першим етапом експерименту була оптимізація умов. З цією метою було вивчено ріст дріжджів *S. cerevisiae* на 2% чи 4% глюкозі та фруктозі. З Рис. 1 видно, що культури дріжджів переходили у стаціонарну фазу росту на 24 год культивування, незалежно від типу та концентрації моносахариду.

При визначені рівня життєздатності клітин було показано, що кількість колоній-утворюючих одиниць дріжджів, які росли в середовищі з 2% глюкозою чи фруктозою, була вищою порівняно з ростом на 4% глюкозі та фруктозі (Рис. 2).

На Рис. 3 представлена залежність кількості мертвих клітин дріжджів від часу культивування. Цей показник був вищим в культурах, що росли на фруктозі, порівняно з глюкозою і на 168 год становив близько 25% загальної кількості клітин. Слід зауважити, що незалежно від умов культивування кількість колоній на агаризованому середовищі в дослідних культурах була нижчою (Рис. 2), ніж кількість живих клітин (Рис. 3). Отже, не всі живі клітини зберігали здатність до поділу за даних умов.

Для оцінки ступеня окисного пошкодження білків протягом росту культур дріжджів визначали рівень карбонільних груп білків [9]. Дані представлені на Рис. 4. Зауважимо, що концентрація карбонільних груп білків зростала з часом росту дріжджів як на глюкозі, так і на фруктозі. Проте при вирощуванні на фруктозі, незалежно від доби росту та концентрації, цей показник був приблизно в 1,3-2,4 рази вищим, ніж при рості на глюкозі. Отримані результати можуть свідчити про вищу інтенсивність окислення білків при культивуванні дріжджів на фруктозі.

До першої лінії антиоксидантного захисту відносять ферменти СОД та каталазу, роль яких, полягає в детоксикації АФК [4, 7, 14, 18]. З Рис. 5 видно, що активність каталази в клітинах штаму YPH250 зростала протягом росту у всіх досліджуваних культурах. Проте її абсолютні значення залежали від концентрації цукру. Нижчі величини активності каталази за концентрації 4% можна пояснити регуляторними механізмами катаболітної репресії, що спостерігаються за умов високого вмісту вуглеводів у середовищі культивування [4].

Слід зазначити, що між концентрацією карбонільних груп білків та активністю каталази виявлені кореляційні зв'язки (R^2 = 0,56 і 0,43 на 2% глюкозі і фруктозі, та R^2 = 0,72 і 0,63 на 4% глюкозі і фруктозі відповідно). На відміну від цього, подібної залежності між активністю супероксиддисмутази та рівнем карбонільних груп білків не знайдено (дані не представлено).

Як бачимо, ріст на фруктозі, зумовлює вищий рівень загибелі клітин дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, що супроводжується зростанням вмісту карбонільних груп білків, незалежно від часу росту та її концентрації. Збільшення рівня окислених білків, а також зростання каталазної активності може свідчити про вищу інтенсивність окисних процесів в клітинах дріжджів, вирощених на фруктозі за даних умов.

В зв'язку з цим, було цікаво дослідити рівень виживання клітин штаму YPH250 за умов стресу, індукованого пероксидом водню сублетальних концентрацій. Для цього використовували культури на експоненційній фазі росту, коли дріжджі є найчутливішими до дії оксидативного стресу [17].

З Рис. 6 видно, що в ранній експоненційній фазі росту рівень виживання дріжджів *S. cerevisiae* знижувався зі зростання концентрації пероксиду водню і падав приблизно до 6% за концентрації H_2O_2 10 мМ.

Наступним етапом було вивчення впливу оксидативного стресу, індукованого пероксидом водню, на активність антиоксидантних ферментів у дріжджів, вирощених на глюкозі і фруктозі. Результати представлені на Рис. 7. Активність каталази в дріжджах, що росли на глюкозі та фруктозі, різним чином залежала від концентрації пероксиду водню. За дії 0,5 мМ H_2O_2 активність каталази в клітинах, вирощених на глюкозі, зросла в 1,8 рази, а в клітинах, які росли на фруктозі, не змінилась порівняно з контролем. В той же час 1 мМ H_2O_2 призводив до зростання активності ферменту в 1,8 разів у клітинах, вирощених на фруктозі, але не змінював її в клітинах дріжджів, що росли на глюкозі.

На Рис. 8 представлена залежність активності СОД від концентрації пероксиду водню. З нього видно, що за концентрації пероксиду водню 0,5 мМ активність СОД зросла у 1,8 рази в клітинах, вирощених як на глюкозі, так і на фруктозі. Подальше збільшення кількості H_2O_2 до 1 мМ призвело до зниження активності СОД приблизно до вихідних величин в клітинах дріжджів, які культивували на глюкозі. Тоді як, в культурах, вирощених на фруктозі, 1 мМ H_2O_2 спричинив подальше зростання активності ферменту у 2,7 рази. За концентрацій пероксиду водню 10 мМ СОД активності не виявлено.

Можемо припустити, що подібні ефекти є характерними при вирощуванні на фруктозі, внаслідок вищої інтенсивності окисних процесів. Клітини адаптуються до росту в умовах м'якого стресу, викликаного особливостями метаболізму фруктози, її вищою реакційною здатністю.

В дослідженнях, проведених в нашій лабораторії раніше [17], було висловлене припущення про можливий взаємозв'язок каталази та СОД за дії пероксиду водню. Цікаво, що в представленій роботі також виявлено тісний кореляційний зв'язок між активностями каталази та СОД за умов стресу у дріжджів вирощених як на глюкозі так і на фруктозі (Рис. 9 і 10).

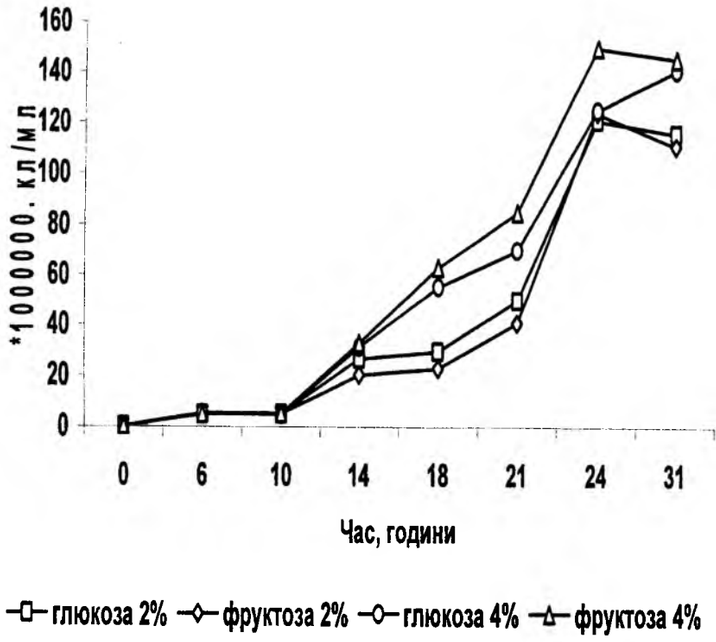


Рисунок 1. Криві росту дріжджів *S. cerevisiae* на глюкозі та фруктозі.

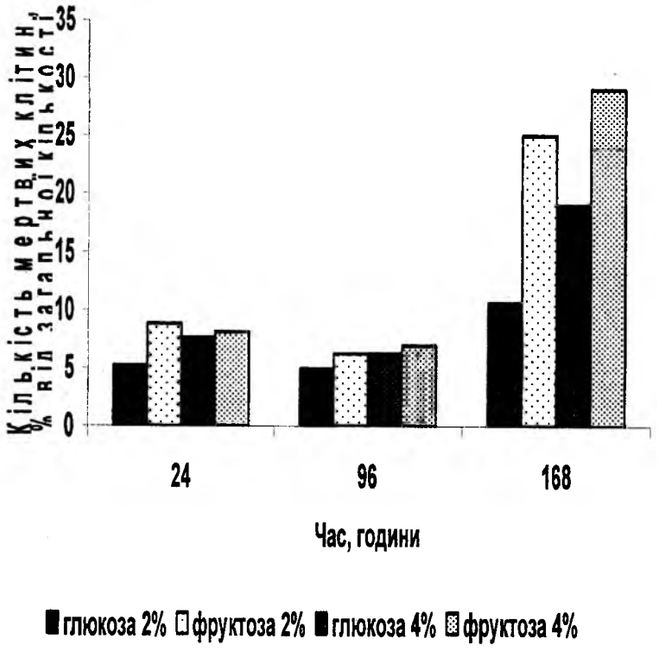


Рисунок 2. Рівень виживання дріжджів *S. cerevisiae*, вирощених на глюкозі та фруктозі.

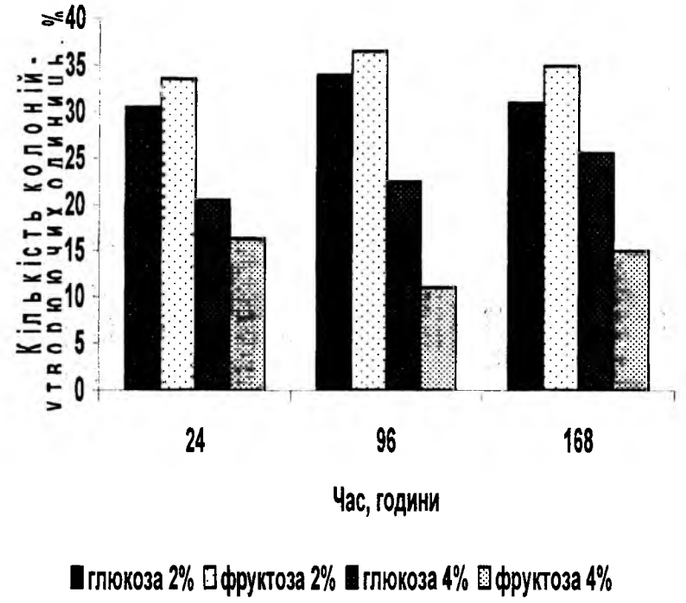


Рисунок 3. Кількість мертвих клітин в культурах дріжджів *S. cerevisiae* при рості на глюкозі та фруктозі.

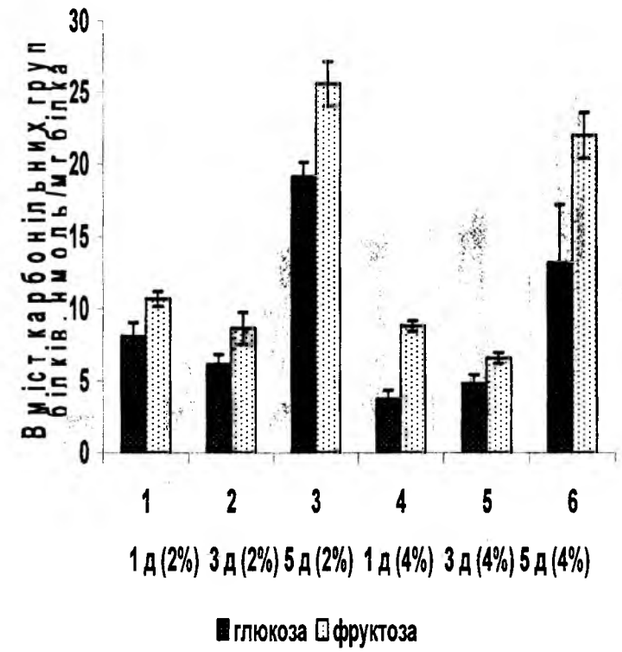


Рисунок 4. Концентрація карбонільних груп білків в клітинах *S. cerevisiae* протягом росту на глюкозі та фруктозі.

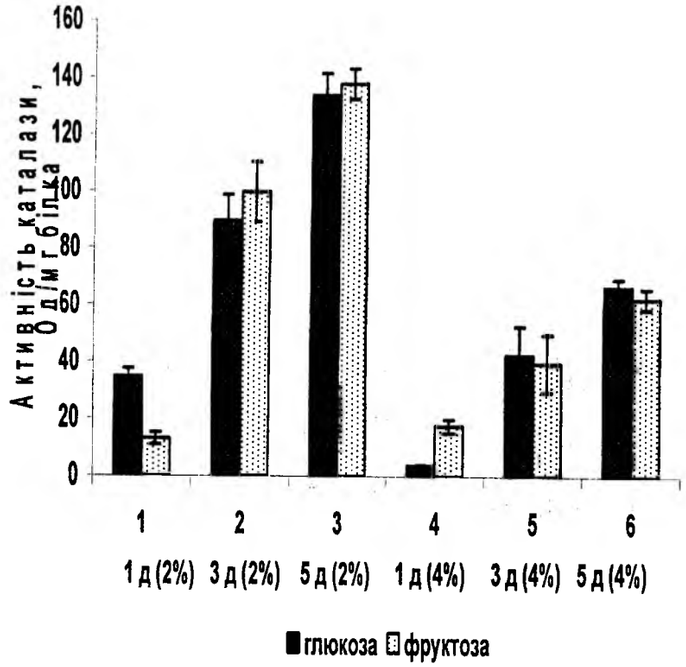


Рисунок 5. Активність каталази в клітинах дріжджів *S. cerevisiae* протягом росту на глюкозі та фруктозі.

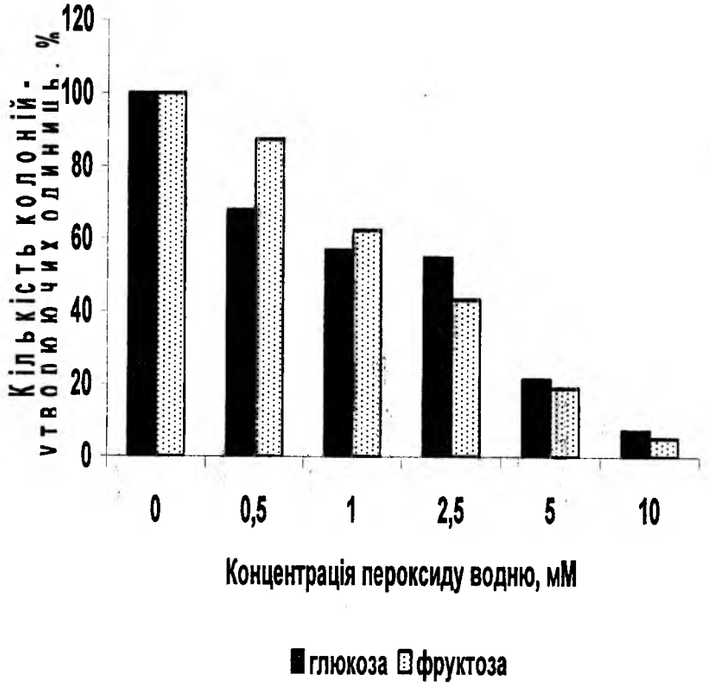


Рисунок 6. Рівень виживання клітин дріжджів *S. cerevisiae*, вирощених на 2% глюкозі та фруктозі, за дії різних концентрацій пероксиду водню в середині експоненційної фази росту культур.

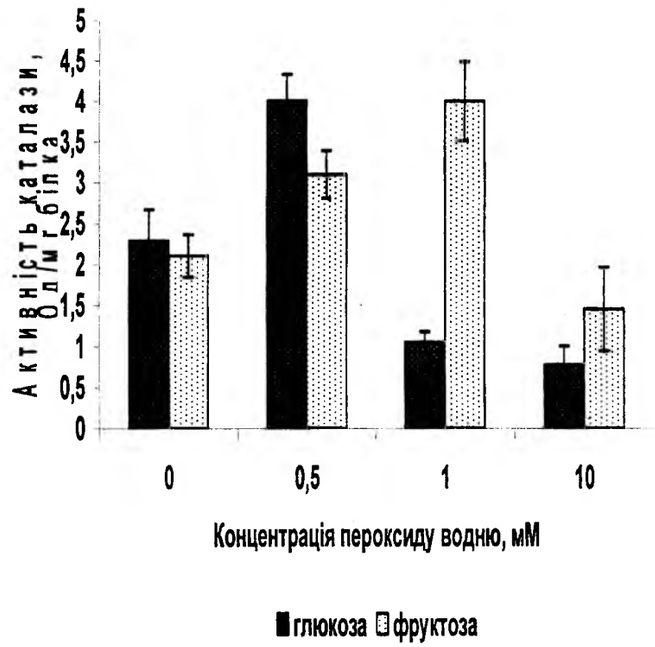


Рисунок 7. Активність каталази клітин дріжджів *S. cerevisiae*, вирощених на 2% глюкозі та фруктозі, за дії різних концентрацій пероксиду водню в середині експоненційної фази росту культур.

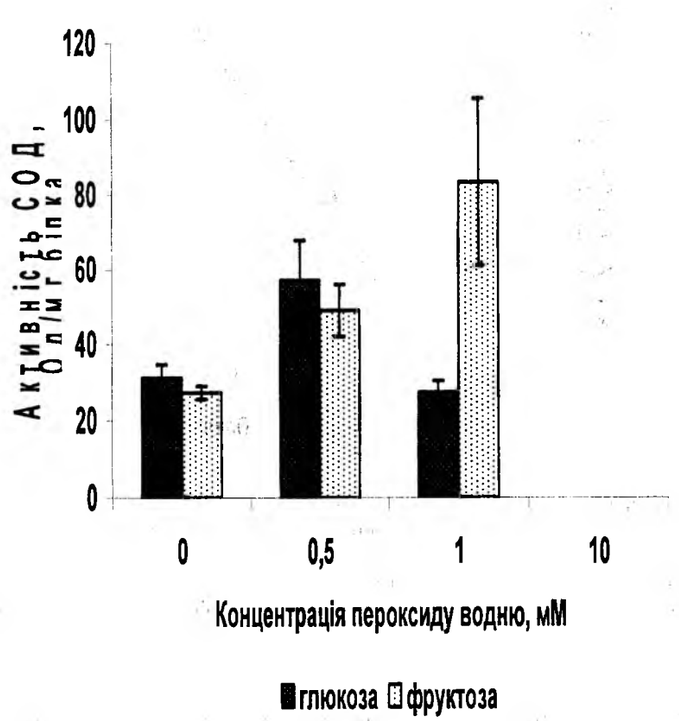
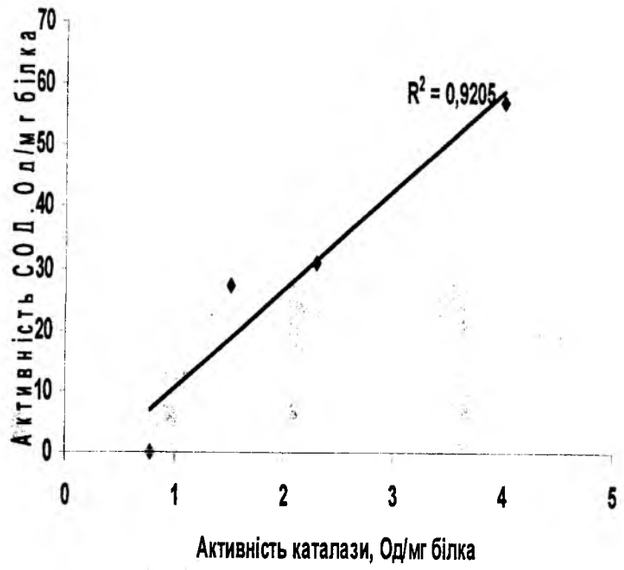


Рисунок 8. Активність супероксиддисмутази клітин дріжджів *S. cerevisiae*, вирощених на 2% глюкозі та фруктозі, за дії різних концентрацій пероксиду водню в середині експоненційної фази росту культур.



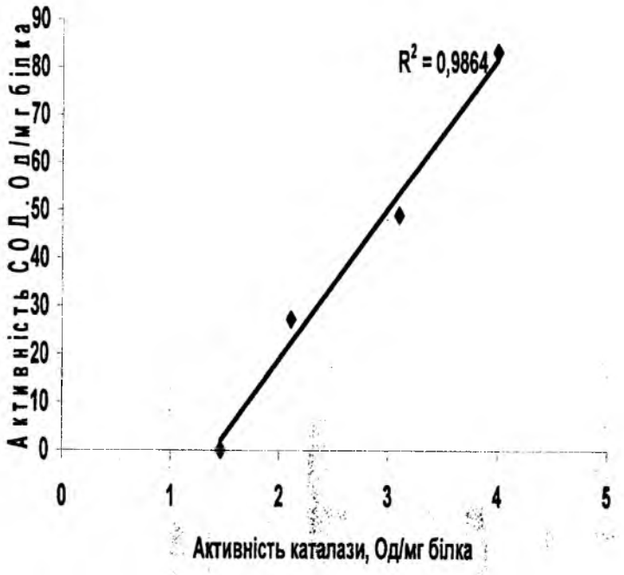


Рисунок 9. Кореляція між активністями каталази і СОД дріжджів *S. cerevisiae* вирощених на 2% глюкозі (А) та фруктозі (Б), за дії різних концентрацій пероксиду водню протягом 30 хв.

В подальшому планується продовжити порівняння особливостей виживання та антиоксидантного захисту вирощуванні клітин дріжджів *S. cerevisiae* на глюкозі та фруктозі, в умовах стресу на різних стадіях стаціонарної фази росту.

Висновки

1. Збільшення активності каталази та концентрації карбонільних груп білків в клітинах дріжджів *S. cerevisiae* зі збільшенням часу культивування може свідчити про розвиток оксидативного стресу. В той же час ріст на фруктозі зумовлює вищий вміст карбонільних груп білків порівняно з культивуванням на глюкозі, що може вказувати на вищу інтенсивність окисних процесів у клітинах, вирощених на фруктозі.
2. Відповідь дріжджів *S. cerevisiae* на стрес, індукований пероксидом водню, залежить від джерела вуглеводів у середовищі культивування.
3. Незалежно від типу моносахариду існує функціональна взаємодія між ферментами каталазою та супероксиддисмутазою в клітинах дріжджів *S. cerevisiae*, за умов стресу, спричиненого пероксидом водню.

Подяки

Автори висловлюють щиру подяку науковому керівнику к.б.н. Семчишин Г. М.

Література

1. *Abmed N., Furth A.J.* Failure of common glycation assays to detect glycation by fructose // Clinical Chemistry. - 1992.- Vol.38, N 7. - P. 1301-1303.
2. *Bradford M.M.* A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein using the principle of protein-dye binding // Anal. Biochem. - 1976. - N 2. - P. 248-254.
3. *Burnt H.F, Higgins P.J.* Reaction of monosaccharides with proteins; possible evolutionary significance // Science. - 1981. - N 213. - P. 222-224.
4. *Costa V., Moradas-Ferreira P.* Oxidative stress and signal transduction in *Saccharomyces cerevisiae*: insights into ageing, apoptosis and diseases // Mol. Asp. Med. - 2001. - N 22. - P. 217–246.
5. *Gaby A. R.* Adverse Effects of Dietary Fructose // Alternative Medicine Review. - 2005. - Vol.10, N 4. - P. 294-306.
6. *Garner J., Schutz M.* Impact of glucose-fructose-ratio on stuck fermentations: practical experiences to restart stuck fermentations // Vitic. Enol. Sci. - 1996. – N 51. - P. 214–218.
7. *Izawa S., Inoue Y., Kimura A.* Importance of catalase in the adaptive response to hydrogen peroxide : analysis of acatalasaemic *Saccharomyces cerevisiae* // Biochem. J. -1996. - N 320. - P. 61-67.
8. *Levi B., Werman M.J.* Long-Term Fructose Consumption Accelerates Glycation and Several Age-Related Variables in Male Rats // J. Nutr. -1998. - № 128. - P. 1442–1449.
9. Levine R.L., Wehr N., Williams J.A., Stradtman E.R., Shacter E. Determination of carbonyl groups in oxidized proteins. Metthods Mol. Biol. -2000-. 99, P. 15-24.
10. *Longo V.D., Grala E.B., Valentine J.S.* Superoxide dismutase activity is essential for stationary phase survival in *Saccharomyces cerevisiae* // J. Biol. Chem. - 1996.- Vol.271, № 21. - P. 12275-12280.
11. *Lushchak V., Semchyshyn H., Lushchak O., Mandryk S.* Diethyldithiocarbamate inhibits in vivo Cu,Zn-superoxide dismutase and perturbs free radical processes in the yeast *Saccharomyces cerevisiae* cells // Biochem. Biophys. Res. Commun. - 2005. – № 338. - P. 1739-1744.
12. *Lushchak V., Semchyshyn H., Mandryk S., Lushchak O.* Possible role of superoxide dismutases in the yeast *Saccharomyces cerevisiae* under respiratory conditions // Arch. Biochem. Biophys. - 2005. - № 441. - P. 35-40.
13. *Pereira M. D., Herderio R. S., Fernandes P. N. et al.* Targets of oxidative stress in yeast *sod* mutants. Biochem. Biophys. Acta. - 2003. - Vol. 1620. - P. 245-251.
14. *Ruis H., Koller F.* Biochemistry, molecular and cell biology of yeast and fungal catalases. Oxidative stress and the molecular biology of antioxidant defences // *Scandalios J. G. (ed.)* Cold Spring Harbor, NY: Cold Spring Harbor Labolatory Press. -1997. - P. 309-342.
15. *Wylie-Rosett J., Segal-Isaacson CJ., Segal-Isaacson A.* Carbohydrates and increases in obesity: does the type of carbohydrate make a difference? // Obes Res. - 2004. - Vol.12. - P. 124–129.
16. *Zang T., Fang H.H.P.* Quantification of *Saccharomyces cervisiae* viability using *Bac* // Light. Biotechn. Let. -2004.- N 26. - P. 989-992.
17. *Байляк М., Семчишин Г., Лущак В.* Влияние перекиси водорода на активности антиоксидантных ферментов *S. cerevisiae* зависит от особенности штаммов // Биохимия - 2006. - Т. 71, № 9. - С. 1243-1252.
18. *Лущак В. И.* Окислительный стресс и механизмы защиты от него у бактерий // Биохимия. - 2001.- Т. 66, №5. - С. 592–609.
19. *Мейнел Дж., Мейнел Э.* Экспериментальная микробиология (теория и практика). - М.: Мир, 1967. – 347 с.

Стаття поступила до редакції 29.03.2008 р.; прийнята до друку 20.04.2008 р.

Моргулець Л.М. – магістрант кафедри біохімії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.
Бабійчук Т.Р. – магістрант кафедри біохімії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.
Величко О.М. – магістрант кафедри біохімії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Рецензент: професор, доктор біологічних наук Стефурак В.П., професор кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника

УДК 577.153.32:577.151.5.:585

ОПТИМІЗАЦІЯ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ ЦВІЛЕВОГО ГРИБА *MONASCUS PURPUREUS*

Ю.В. Лущак

Кафедра біохімії. Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника.
e-mail: julialushchak@ukr.net

Досліджено вплив складу живильного середовища на синтез біомаси Monascus purpureus та проведено ступеневу екстракцію його пігментів. Показано, що оптимальними концентраціями для вирощування гриба є для крохмалю – 1%, для сусла – 50%. Найактивніше ріст відбувався при нейтральних значеннях pH. Також виявили, що пігменти досліджуваного цвілевого гриба найкраще екстрагуються високими концентраціями етанолу (75 та 96%), а для зберігання оптимальними є екстракти із 75% етанолу в розчині.

Ключові слова: *Monascus, пігмент, Mycota.*

Lushchak Y. V. **The optimization of conditions of grow *Monascus purpureus.*** *The influence of composition of nutritious environment on synthesis of biomass of Monascus purpureus was research and was execute extraction of his pigments. Was show the optimal concentrations for grow this mushroom is 1% starch and 50% syrup. The grow most activity was take place by neutral pH. Was discovery pigments of Monascus purpureus best extraction with high concentration ethanol (75 and 96%). The optimal for preservation is extract with 75% ethanol in solytion.*

Key words: *Monascus, pigment, Mycota.*

Вступ

Monascus purpureus – вид червоного цвілевого гриба, який культивують на субстратах, що містять крохмаль. Твердофазова ферментація рису цим грибом має давню традицію у країнах Східної Азії, яка сягає першого століття нашої ери [2]. Існує багато назв червоного дріжджового рису: в Китаї – Ang Kak, Hong Qu та Koji, в Японії - Beni-Koji, Ang-Kak, Red-Koji, в Європі - Rotchimmelreis, та Red Mould Rise (тобто червоний цвілевий рис) в США [3]. У Європі *M. purpureus* став відомим завдяки голанським вченим, які досліджували використання червоного цвілевого гриба населенням острова Ява [6]. Ферментат (продукт ферментації рису монаскусом) отримується у вигляді яскраво-червоних або пурпурових зерен, має форму звичайних рисових зерен та добре зберігається. В наш час продукт цього цвілевого гриба і надалі використовується як харчовий барвник, консервант, ароматизатор та приправа до м'яса. Доведено, що при додаванні цих пігментів до ковбас та сосисок вони зберігаються щонайменше протягом трьох місяців [7]. Саме пігменти *M. purpureus* при виробництві рисового вина надають йому червоного або пурпурового кольору, а його ферменти (α-амілази) прискорюють процес перетворення крохмалю в глюкозу. Препарати червоного цвілевого рису використовують для пониження рівню холестеролу в крові людини, який є однією з причин атеросклерозу [2]. Він також знижує рівень триацилгліцеридів, які у надлишку також шкідливі для організму [10]. Активна речовина – монаскідин – має антибактеріальні властивості проти бактерій родів *Bacillus* (*B. subtilis*), *Streptococcus*, *Pseudomonas* [11,12] та *Staphilococcus* (*S. aureus*) [5].

Важливою технологічною проблемою є оптимізація умов вирощування даного цвілевого гриба, оскільки продукти його ферментації, а саме пігменти, можуть використовуватись як замінники штучних харчових барвників.

Матеріали і методи

Був досліджений вид *Monascus purpureus* NRRL 2897, який отримали із United States Department of Agriculture, США. *M. purpureus* вирощували на середовищі YPDA (2% пептону, 1% дріжджового екстракту, 1% глюкози, 1% агару) при 24-28°С протягом 10 днів і зберігали при 4°С [4].

Петлю зі спорами *M. purpureus* переносили на чашки Петрі з сусло-агаровим середовищем. Наростання відбувалось протягом 7 днів. Після цього за допомогою свердлика вирізали шматочки міцелію однакового діаметру та переносили у рідке середовище об'ємом 15 мл з різними концентраціями досліджуваних речовин: сусла (10, 30, 50 та 100%), крохмалю (0,1; 0,2; 0,5; 0,7 та 1%). При дослідженні впливу pH використовували середовище, яке містило 50% сусла. Середовище довели кислотами та лугами до наступних значень pH: 1,0; 3,0; 5,0; 7,0; 9,0. Інкубували при 24-26°С протягом 7 днів на шейкері (120 коливань за хв). Після цього біомасу відфільтровували та зважували. Всі дослідження проводились щонайменше у двох повторах.

Екстрагування пігментів з *M. purpureus* проводили водою та різними концентраціями етанолу (25, 50, 75 та 96%). Для цього 100 мг сухого ферментату гомогенізували з 2 мл етанолу у гомогенізаторі Поттера. Рідку фазу відбирали, а осад повторно екстрагували (3 рази). Кінцевий об'єм екстракту був 8 мл. Визначення оптичної густини проводили на спектрофотометрі Specord M40 відразу після екстрагування, на 8 та 16 добу.

Дані зі спектрофотометра подавались на комп'ютер, оброблялись та переносились в Microsoft Office Excel 2003, в якому будувались графіки.

Результати та обговорення

Відомо, що ріст біомаси залежить від складу поживного середовища. Метою даної роботи було розробити оптимальну методику вирощування *M. purpureus* у лабораторних умовах. Оскільки в природних умовах монаскус росте на субстратах, які містять крохмаль, для ферментації на шейкері було взято різні його концентрації до 1%. Такий вибір зумовлено тим, що вищі концентрації призводять до агаризації середовища.

Як видно з Рис. 1, у контролі (0% крохмалю) наростання біомаси не спостерігалось. Такий результат зумовлений тим, що гриб є гетеротрофом і не може синтезувати поживні речовини з вуглекислого газу за рахунок енергії світла, як це роблять рослини [1]. При збільшенні концентрації крохмалю до 1% спостерігали експоненційне зростання кривої. Це пояснюється тим, що *Monascus purpureus* традиційно вирощують на рисі (містить 60-70% крохмалю) при твердофазовій ферментації [4]. Тому можна зробити припущення, що ця залежність і надалі буде зростати.

Рисунок 1. Залежність біомаси *M. purpureus* від концентрації крохмалю.

Як видно з Рис. 2 при вирощуванні *M. purpureus* в дистильованій воді росту не спостерігалось, оскільки гриб є гетеротрофом [1]. При концентрації сусла 10% та 30% значної різниці в синтезі біомаси не зареєстровано. Як свідчать дані оптимальною концентрацією сусла є 50%, тоді як при 100% суслі наростання біомаси *M. purpureus* не спостерігалось взагалі. Можливо, це свідчить про перенасиченість середовища поживними речовинами, що призводить до інгібування росту *M. purpureus*.

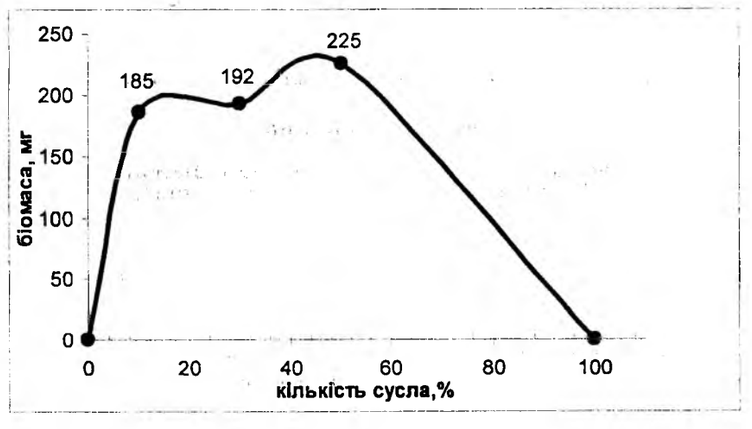


Рисунок 2. Залежність біомаси *M. purpureus* від концентрації сусла.

Важливе для росту всіх мікроорганізмів, зокрема грибів є значення pH. Як видно з Рис. 3, при вирощуванні *M. purpureus* в середовищі при pH 1,0 синтез біомаси не відбувався. Це означає, що дане значення виходить за допустимі норми. Збільшивши pH із 1,0 до 3,0 отримали різке зростання продукування біомаси. При pH 3,0 – 7,0 біомаса зростала, але не так стрімко, як при 1,0 - 3,0. pH–оптимумом для гриба є нейтральне pH (7,0). Однак, варто зауважити, що навіть при значенні pH 9,0 наростання біомаси відбувається, хоча і з нижчою інтенсивністю. З даного графіка можна зробити наступний висновок: *Monascus purpureus* може наростати в дуже широкому діапазоні pH (від 3,0 до 9,0) з різною інтенсивністю, але pH–оптимумом є 7,0.

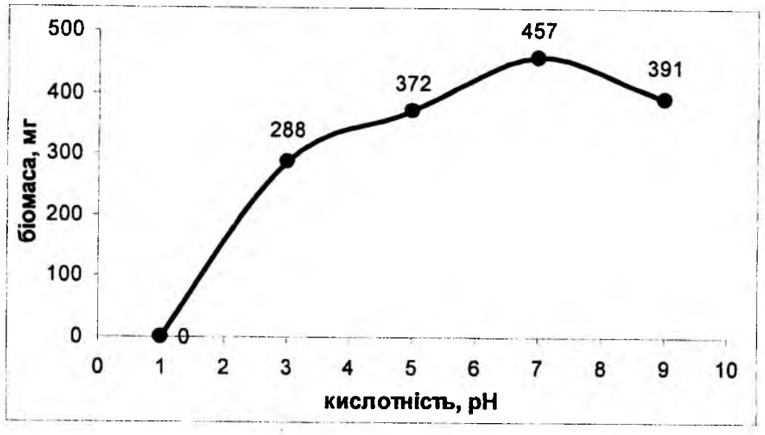


Рисунок 3. Залежність біомаси *M. purpureus* від значення pH.

Надалі ми проаналізували, як впливає на екстрагування пігментів *Monascus* концентрація етанолу. З Рис. 4 видно різницю у розташуванні кривих. Це свідчить про чітку залежність ефективності екстракції пігментів від концентрації етанолу. Найкраще екстрагуються пігменти 96% етанолом. На отриманих кривих добре виражені піки в діапазоні 400, 470 та 500 нм. За даними літератури вони характерні для жовтих, оранжевих та червоних пігментів *Monascus purpureus* відповідно [8, 9].

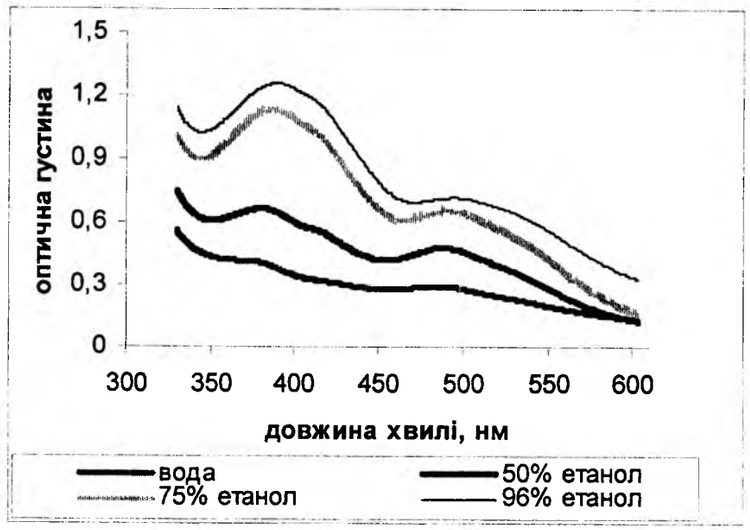


Рисунок 4. Поглинання світла спиртовими екстрактами пігментів *M. purpureus* при різній довжині хвиль.

З Рис. 5 видно, що найкраще зберігаються екстракти пігментів при високих концентраціях етанолу (75 та 96%). Це пояснюється тим, що спиртові настойки пігментів більш стійкі.

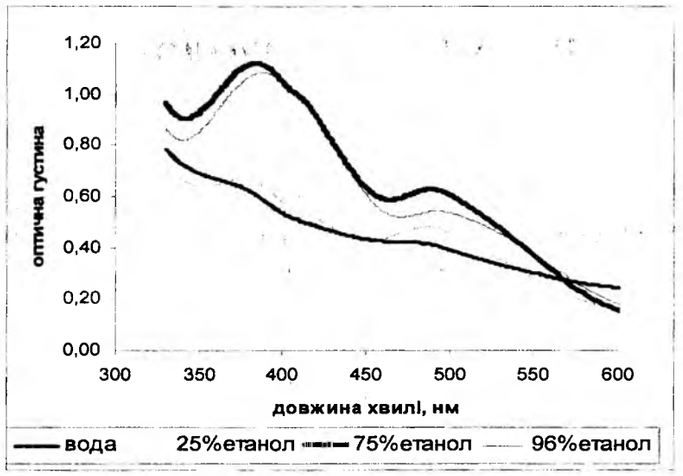


Рисунок 5. Зберігання екстрактів пігментів при різній концентрації етанолу в розчині на 16-й день.

Висновки

Отже, з отриманих результатів видно, що для вирощування *M. purpureus* оптимальним є середовище з концентрацією сусла 50%, а крохмалю – 1% та нейтральне pH; екстракцію пігментів найкраще проводити 96% етанолом; стабільнішими є екстракти пігментів із 75 та 96% етанолом в розчині.

Література

1. *Федоров А. А. (ред.)* Жизнь растений в 6-ти т. Т.2. Грибы. – М.: Просвещение – 1976. – с.117-126.
2. *Chiu-Hsia C., Kuang-Huei N., Yuan-Kuang G., Tzu-Ming P.* Production of red mold rise using a modified Nagata type koji maker // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 2006. – 73 – P. 297-304.
3. *Bakasova A., Mate D., Laciakova A., Pipova M.* Utilization of *Monascus purpureus* in the production of foods of animal origin // Bull. Vet. Inst. Pulawy. – 2001. – № 45 – P. 111-116.
4. *De Carvalhro J., Pandey A., Oliva Oishi B., Brand D., Rodriguez-Leon J. A., Soccol C.R.* Relation between growth, respirometric analysis and biopigments production from *Monascus* by solid-state fermentation. // Biochemical Engineering Journal. – 2006. – № 29. – P. 262-269.
5. *Chen M H., Johns M.R.* Effect of carbon source on ethanol and pigment production by *Monascus purpureus* // Enzyme Microb. Technol. – 1994. – N 16 – P. 584-590.
6. *Erdogrul O., Azirak S.* Rewiew of the studies on the Red Yeast Rise (*Monascus purpureus*) // Turkish Electronic Journal of Biotechnology. – 2004. – Vol. 2 – P. 37-49.
7. *Fabre C.E., Santerre A.L., Loret M.O., Baberian R., Pareilleux A., Goma C, et al.* Production and food applications of the red pigments of *Monascus ruber* // Journal of Food Science. – 1993. – N 58 – P. 1099-1102.
8. *Johns M.R., Stuart D.M* Production of pigments by *Monascus purpureus* in solid culture // J. Ind. Microbiol. – 1991. – N 8. – P. 23-38.
9. *Lin C.* Isolation and cultural conditions of *Monascus sp.* for the production of pigment in a submerged culture // J. Ferment. Technol. – 1973. – N 51 – P. 407-441.
10. *Qui S., Zhang W., Qi P., Zhao M., Li Y., Zu X., Fang Z., Fu L., Rasheva T., Hallet N.J., Kujumdzieva A.* Taxonomic Investigation of *Monascus purpureus* 94-25 Strain // Journal of Culture collections. – 1997. – N 2. – P. 1997-1998.
11. *Wong H. C., Bau Y. S.* Pigmentation and antibacterial activity of fast neutron- and X-ray-induced strains *of Monascus purpureus* Went // Plant Physiol. – 1977. – N 60. – P. 578-581.
12. *Wong H. C., Koehner P. E.* Production and isolation of an antibiotic from *Monascus purpureus* and its relationship to pigment production // J. Food Sci. – 1981. – N 46. – P. 589-592.

Стаття поступила до редакції 29.03.2008 р.; прийнята до друку 20.04.2008 р.

Лущак Ю. В. – магістрант кафедри біохімії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Рецензент: професор, доктор біологічних наук Мазепа І.В., професор кафедри біохімії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника

ПОПУЛЯЦІЙНА БІОЛОГІЯ

УДК 575.177+632.9:635.1+575.1

ДИНАМІКА ФЕНОГЕНЕТИЧНОЇ СТРУКТУРИ ПОПУЛЯЦІЙ LEPTINOTARSA DECEMLINEATA (SAY, 1824) В УМОВАХ ПРИКАРПАТТЯ

А. Л. Єльцов, А. Г. Сіренко
Кафедра біології та екології, Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
e-mail: bratlibo@yahoo.co.uk

Досліджено багаторічну динаміку феногенетичної структури популяції колорадського жука - Leptinotarsa decemlineata Say, 1824 (Chrysomelidae, Coleoptera, Insecta) з Прикарпаття. Виявлено нестабільність структури дослідженої популяції – частоти трапляння різних феноформ (за Фасулаті) в різні роки досліджень (2004-2007 рр.) статистично вірогідно відрізнялися. Різкі зміни феногенетичної структури дослідженої популяції пояснюються впливом інсектицидів. Виявлено велику інтенсивність мікроеволюційних процесів в популяціях колорадського жука Прикарпаття.

Ключові слова: *Leptinotarsa, популяція, інсектициди.*

Yeltsov A. L., Sirenko A. G. **The dynamic of phenogenetic structure of *Leptinotarsa decemlineata Say, 1824* population in Precarpathian conditions.** *Was research the dynamic of phenogenetic structure of Leptinotarsa decemlineata Say, 1824 (Chrysomelidae, Coleoptera, Insecta) population with Precarpathian. Was discovered unstable of structure this population by frequency of phenoforms (by Fasulaty) in different years of research (in 2004-2007). Sharp changes of phenogenetic structure of this population was explain the influences of insecticides.*

Key words: *Leptinotarsa, population, insecticide.*

Вступ

Проведено дослідження поширення форм виду *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) стійких до дії інсектицидів в 68 різних популяціях у 2001-2007 роках на території Прикарпаття. Визначення і класифікацію резистентних форм здійснювали за Кохманюком Ф. С. [4, 5] та Фасулаті С. Р. [8 – 13]. По ходу досліджень було вивчено стабільність і динаміку феногенетичних структур популяцій колорадського жука на прикладі однієї популяції з Прикарпаття.

Leptinotarsa decemlineata (Say, 1824) – колорадський жук – небезпечний шкідник картоплі - характеризується високими темпами мікроеволюційних процесів – швидко виникають і поширюються форми стійкі до дії різних в тому числі новітніх інсектицидів. Одним із перспективних напрямків боротьби з цим небезпечним шкідником вважається створення сортів картоплі стійких до цього шкідника.

Вважається, що поліморфізм по забарвленню передньоспинки колорадського жука обумовлений генетично [14] і зчеплений з резистентністю до низки різноманітних інсектицидів та інших природних та штучних несприятливих факторів середовища [5].

Вважається, що при відсутності тиску добору на конкретні генетичні локуси природні популяції здатні нескінченно довго зберігати гомеостаз своєї генетичної структури [1, 2, 3, 15]. В цьому випадку ми маємо справу з напівприродними популяціями в яких відбувається інтенсивний дрейф генів і на які здійснюється потужний антропогенний тиск по досліджуваним ознакам в вигляді інтенсивного застосування різноманітних інсектицидів в першу чергу піретроїдних до яких належить інсектицид нового покоління «Фастак».

Для колорадського жука характерна складність внутрішньовидової структури, яка дала йому змогу пристосовуватись до різних умов середовища та стресових ситуацій. За 145 років розвитку на культурній картоплі колорадський жук підпадав жорсткому і безперервному хімічному пресингу і зумів вижити при цьому, розширити свій ареал. У популяціях колорадського жука є імаго різних вікових груп, поліморфні за малюнком передньоспинки [7, 9]. Генетична мінливість у природних і напівприродних популяціях набагато вища за ту яку визначають методами аналізу морфологічної мінливості які дозволяють ідентифікувати лише фенотипи, а не генотипи [1, 2]. Але облік фенетичних особливостей дає змогу встановлювати межі внутрішньовидових угрупувань та виникнення нових популяційних вогнищ, вивчати деякі особливості мікроеволюційних процесів, їх темпи та спрямованість, запобігати формуванню резистентних популяцій до тих чи інших засобів захисту культур [7]. Відмінність форм жука, що відрізняються за типом малюнку передньоспинки і кольором відкладених яєць, або хоча б однією з названих ознак, вкрай різноманітних і часто настільки значимих, що один і той же генотип рослини в умовах лабораторного дослідження може забезпечити 100 % виживання одних форм

шкідника і повну загибель інших форм [7, 9-13]. Природна чутливість комах до інсектицидів – вихідна точка відліку рівня їхньої резистентності щодо конкретного препарату. Генетична нестабільність популяцій фітофага – це прояв загально біологічної властивості екосистем і популяцій, що реалізується через екологічну стійкість, тобто спроможність біоти протистояти дії абіотичних і біотичних стресорів [7]. Під дією «пестицидного стресу» у фітофагів різко зростає внутрішньо популяційна мінливість, виникають і відбираються стійкі біотипи, форми, в результаті чого відбувається формування його резистентних популяцій [7]. У зв'язку з цим проведення досліджень щодо зміни структури популяції колорадського жука під впливом дії різних інсектицидів та різних за стійкістю сортів картоплі є надзвичайно актуальним [7].

Дослідження стабільності та динаміка популяцій колорадського жука в умовах Прикарпаття досі не проводились.

Матеріали і методи

Дослідження були проведені на території приватних земельних ділянок с. Павлівка (Тисменицький р-н, івано-Франківська обл.) в 2004-2007 рр. Збір комах проводився щороку з 1 по 15 серпня. Було досліджено у 2004 р. – 254, у 2005 р. – 107, у 2006 р. – 139, у 2007 р. – 109 екземплярів комах. Досліджувались виключно імаго.

На території земельних угідь цього населеного пункту при вирощуванні картоплі використовують різноманітні інсектициди, крім того на відстані 5 км від досліджуваних земельних угідь розташоване джерело хімічних полютантів – завод Тонкого органічного синтезу (ТОС). На території досліджуваних земельних угідь вирощують картоплю 9 сортів (включно з так званою «дикою формою» - нащадком сортів, що втратили свої властивості). Ці сорти і їх продуктивність наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Сорти картоплі, що вирощувались у 2004-2007рр. на угіддях с. Павлівка та їх продуктивність.

		Сорти картоплі								
		БР	Д	М	Н	П1	П2	Р	С	Дк
Маса (кг)	Пс	1,016	1,013	1,033	1,011	1,021	1,023	1,020	1,029	1,024
	Зб	4,240	3,131	2,944	3,932	2,634	1,474	3,531	2,453	2,129

Примітки: Сорти картоплі: БР - «Белла Роза», Д – «Дезіре», М – «Мінерва», Н – «Невська», П1 – «Пікассо», П2 – «Повінь», Р – «Редскарлет», С – «Слов'янка», Дк – «дикий». Позначення урожайності: Пс - посаджено, Зб - зібрано.

Класифікація феноформ здійснювалась згідно Фасулаті [7 – 12]. Схема класифікації феноформ наведена на рис. 1.

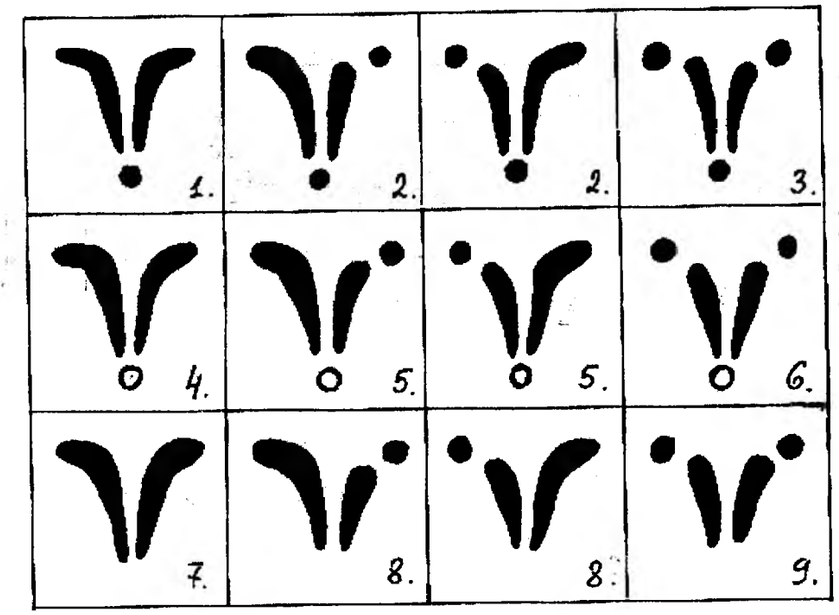


Рисунок 1. Схема класифікації основних феноформ по забарвленню передньоспинки колорадського жука по Фасулаті [6 – 12].

Статистичну обробку результатів здійснювали з використанням програм "Excell-7" з пакету "Microsoft office-97" та "Statistica 6.0 rus".

Результати і обговорення

Наводяться результати дослідження динаміки феногенетичної структури популяції *Leptinotarsa decemlineata* Say, 1824 з с. Павлівка Івано-Франківської області. Згідно класифікації феноформ *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) по Фасулаті С. Р. [6 – 13] в дослідженій популяції виявлено 9 феноформ ідентифікованих по величині і формі чорних плям передньоспинки стійких до дії інсектицидів (1-9). Частоти зустрічі цих форм в дослідженій популяції в різні роки досліджень наведені в табл. 2.

Таблиця 2. Відносна частота трапляння різних феноформ колорадського жука (за Фасулаті) у 2004-2007 роках в популяції с. Павлівка в різні роки досліджень.

	Феноформи								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2004	0,201	0,094	0,327	0,035	0,043	0,075	0,031	0,047	0,146
2005	0,178	0,112	0,262	0,009	0,009	0,028	0,037	0,019	0,336
2006	0,037	0,083	0,284	0,009	0,018	0,073	0,028	0,055	0,413
2007	0,138	0,101	0,220	0,009	0,028	0,092	0,064	0,073	0,275

Вважається, що чутливість імаго 1-ї, 2-ї, 3-ї, 6-ї, феноформ до інсектициду фастак досить низька, у два рази нижча за чутливість 4-ї, 5-ї, 7-ї, 8-ї та 9-ї феноформ. Ці феноформи можна вважати ядром формування резистентної популяції до піретроїдної групи препаратів [11].

Статистичний аналіз динаміки досліджуваної популяції наведено в табл. 3.

Таблиця 3. Аналіз динаміки феногенетичної структури досліджуваної популяції колорадського жука. Наведено значення критерію Пірсона (χ^2). Критичнее значення χ^2 = 15,507 для P = 0,05. Значення що перевищують критичні виділені.

	2004	2005	2006	2007
2004	-	**15,645**	**27,066**	**15,871**
2005		-	14,735	9,814
2006			-	11,684
2007				-

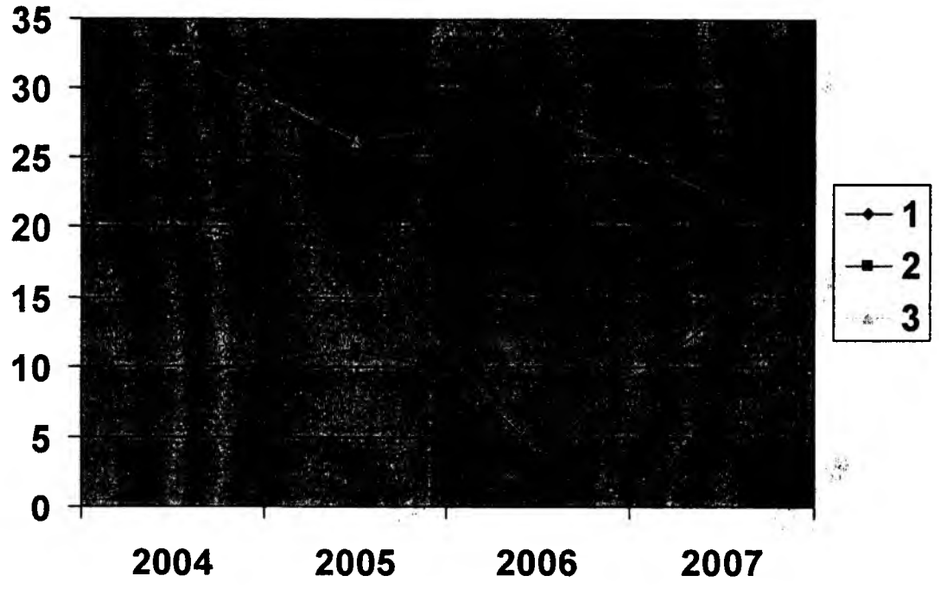


Рисунок 2. Динаміка відносної частоти трапляння феноформ 1, 2, 3 (за Фасулаті) в період 2004-2007 рр. в популяції колорадського жука з с. Павлівка. Ці феноформи вважаються найбільш резистентними до інсектициду «Фастак».

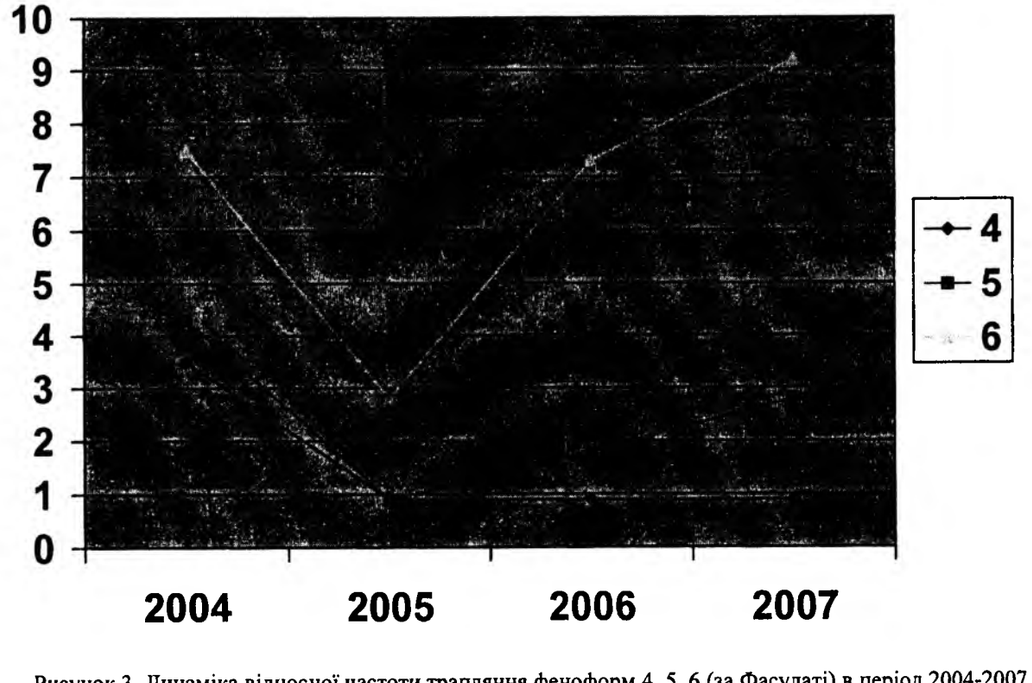


Рисунок 3. Динаміка відносної частоти трапляння феноформ 4, 5, 6 (за Фасулаті) в період 2004-2007 рр. в популяції колорадського жука з с. Павлівка. Феноформа 6 вважається більш резистентною до інсектициду «Фастак» ніж феноформи 4 і 5.

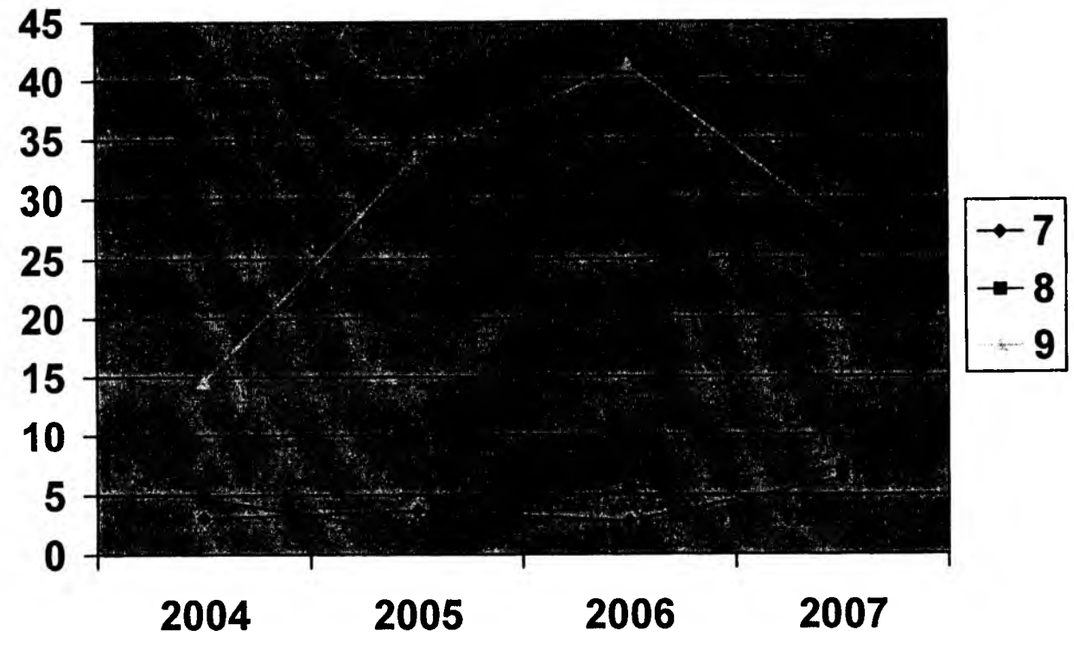


Рисунок 4. Динаміка відносної частоти трапляння феноформ 7, 8, 9 (за Фасулаті) в період 2004-2007 рр. в популяції колорадського жука з с. Павлівка. Ці фен оформи відносно більш чутливі до інсектициду «Фастак».

Аналіз динаміки феногенетичної структури дослідженої популяції показав, що в період 2004-2005 рр. в популяції колорадського жука відбувалися різкі зміни – структури популяції цих років статистично вірогідно відрізняються ($P < 0,05$). У дальші роки (2005-2007) спостерігалась стабілізація популяції і динаміка низько вірогідна ($P > 0,05$). Динаміку відносної частоти трапляння окремих феноформ подано на рис. 2 - 4.

Загалом кожна із феноформ мала свої тенденції та закономірності щодо стабільності і динаміки, але в 2005 році мали місце певні спільні закономірності у динаміці деяких феноформ: спостерігалось одночасне різке зниження відносної частоти фаноформ 4, 5, 6. Водночас було виявлено різке підвищення частоти фен оформи 9. Причини цих змін на основі існуючих уявлень про резистентність феноформ пояснити поки що неможливо. З цих динамічних феноформ тільки феноформа 6 проявляє однозначну резистентність до піретроїдних інсектицидів типу «Фастак».

Як бачимо із наведених результатів різні феноформи мають різну стабільність у дослідженій популяції. Найбільш варіабельними виявились феноформи 1, 2, 9, 6. Стабілізація частоти зустрічі феноформ в 2005-2007 рр. можна пояснити як певною незмінністю використання інсектицидів – по складу так і по інтенсивності препаратів які застосовувались, так і стабільністю використання в зазначений період тих же сортів картоплі в даному стаціонарі досліджень.

Висновки

1. Досліджувана популяція колорадського жука після виявленої стадії нестабільності і змін стабілізувала свою феногенетичну структуру по частоті трапляння феноформ, що корелюють з резистентністю до інсектицидів.
2. Для раціонального регулювання чисельності колорадського жука в досліджуваному стаціонарі більш доцільно використовувати сорти картоплі більш стійкі до виявлених феноформ шкідника - такі сорти як «Белла Роза» і «Невська».

Література

1. *Айала Ф.* Введение в популяционную и эволюционную генетику. – М.: Мир, 1984. – 380 с.
2. *Айала Ф. Х.* Естественный отбор, генетический полиморфизм и стабильность среды обитания // Генетика и размножение морских животных. – Владивосток, 1981. – с. 8 – 19.
3. *Алтухов Ю. П.* Генетические процессы в популяциях. - М: Наука, 1989. - 327 с.
4. *Кохманюк Ф. С.* Внутривидовая дифференцировка у колорадского жука // Материалы XIV международного генетического конгресса. – М.: Наука. – 1978. – с. 648-649.
5. *Кохманюк Ф. С.* Изменчивость фенетической структуры популяций колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata Say.*) в пределах ареала // Фенетика популяций. – М.: Наука. – 1982. – с. 233-245.
6. *Новосельська Т. Г.* Аспекти впливу природних факторів на мікроеволюційну мінливість структури популяцій імаго колорадського жука // Захист і карантин рослин. – 2002. – Вип. 48. – С. 98 – 103.
7. *Новосельська Т. Г., Трибель С. О.* Резистентність колорадського жука // Картопля. – 2002. – № 10. - С. 4-8.
8. *Фасулати С. Р.* Полиморфизм и популяционная структура колорадского жука Leptinotarsa decemlineata Say в Европейской части СССР // Экология. – 1985. - №6. – С.50-56.
9. *Фасулати С. Р.* Взаимосвязь внешнего и экологического полиморфизма колорадского жука Leptinotarsa decemlineata Say // Труды Всесоюзного энтомологического общества. – 1986. – Т.68. – С.122-125.
10. *Фасулати С. Р.* Адаптивная микроэволюция колорадского жука и его внутривидовая структура в современном ареале // Генетическая инженерия и экология. – 2000. - №1. – с. 19-29.
11. *Фасулати С. Р.* Распространение колорадского жука и экологические вопросы защиты картофеля в северных областях России // III Кирилло-Мефодиевские Чтения: Сб.матер. Междунар. науч. конф. - СПб.: Изд. СПбГПУ, 2004. - С. 70-75.
12. *Фасулати С. Р., Вилкова Н. А.* Адаптивная микроэволюция колорадского жука и его внутривидовая структура в современном ареале. // Генетическая инженерия и экология. М.: Центр «Биоинженерия» РАН, 2000. - т. 1. - С. 19-25.
13. *Фасулати С. Р., Вилкова Н. А.* Индикация процесов микроэволюции и их направленость у колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata Say.*) // Материалы XII съезда РЭО. – М. – 2004. – с. 184-186.
14. *Hawthorne D. J.* AFLP-Based genetic linkage map of the colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata Say* : sex chromosomes and a pyrethroid-resistance candidate gene // Genetics. – 2001. – Vol.158. – P. 695-700.
15. *Lerner I. M.* Genetic homeostasis. – Edinburgh: Oliver and Boyd, 1954. – 134 p.

Стаття поступила до редакції 03.05.2008 р.; прийнята до друку 21.05.2008 р.

Сіренко А. Г. – кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Єльцов А.Л. – асистент кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Рецензент: професор, доктор біологічних наук Парпан В.І., завідувач кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника

УДК 632.937.2+575.177+591.151.2

ІСТОРІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЛІМОРФІЗМУ ПОПУЛЯЦІЙ TRICHIUS FASCIATUS L. В ЯКОСТІ МОДЕЛЬНОГО ОБ'ЄКТУ ВИВЧЕННЯ МІКРОЕВОЛЮЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

О. М. Слободян, А. Г. Сіренко

Кафедра біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника,
e-mail: bratlibo@yahoo.co.uk

Описано історію вивчення поліморфізму популяцій Trichius fasciatus Linnaeus, 1758 (Scarabeidae, Coleoptera, Insecta) – виду, що став одним із модельних об'єктів вивчення мікроеволюційних процесів.

Ключові слова: *Trichius, популяція, мікроеволюція.*

Slobodian O. M., Sirenko A. G. **The history of research of polymorphism Trichius fasciatus Linnaeus, 1758 populations as model object for microevolution research.** *Was described the history of research of polymorphism Trichius fasciatus Linnaeus, 1758 (Scarabeidae, Coleoptera, Insecta) populations. This species is a model object for microevolution research.*

Key words: *Trichius, population, microevolution.*

Перші відомості про дослідження популяцій виду *Восковика перев'язаного - Trichius fasciatus* Linnaeus, 1758 (*Scarabeidae, Coleoptera, Insecta*) знаходимо в роботах Богданова-Катькова Н. Н. (1913) [4] опублікованих в часи, коли популяційна біологія як наука тільки зароджувалась. В XIX ст. було описано багато форм цього видами які вважалися окремими морфами, варіаціями чи навіть підвидами. Зокрема вважалося, що одна із морфологічних аберацій яка зустрічається з більшою частотою в сибірських популяціях є оремою варіацією *Trichius fasciatus* var. *Sibiricus* Reitter, 1890. Виділяли також варіацію var. *pseudosibiricus* Schulze, 1910, що зустрічається в Європі та варіант var. *albohirtus* Reitter, 1890, що мають окрему область поширення. Богданов-Катьков Н. Н. в своїй роботі показав, що ці форми є ідентичними, зустрічаються з різною частотою в різних частинах ареалу. Проте автор ще був далекий від розуміння суті виявлених форм досліджуваного виду і вважав, що аберації по малюнку елітр цього виду можуть бути окремими таксономічними одиницями [4].

Інтерес до виду *Trichius fasciatus* L. як до об'єкту популяційних досліджень з'явився в 60-80-тих роках XX століття. Поліморфізм виду *Trichius fasciatus L.* досліджували Новоженов Ю.І. [21-45], Молодцов С. М. [18-20], Береговой В. Е. [3] на прикладі уральських популяцій. Зазначені автори розглядають цей вид в якості ідеальної, однієї з найбільш зручних моделей для дослідження фенетики популяцій, статевого диморфізму в популяціях, феногенетичної структури та динаміки популяцій. Жуки цього виду мають надзвичайно мінливий малюнок елітр. Відомі варіації малюнку описуються авторами як аберації, тобто як дискретна внутрішньо популяційна мінливість спадкового характеру [20]. Частоти певних типів малюнку в різних досліджених популяціях відрізняються, але протягом багатьох років лишаються постійними, що дозволяє говорити про збалансований поліморфізм в популяціях цього виду [28].

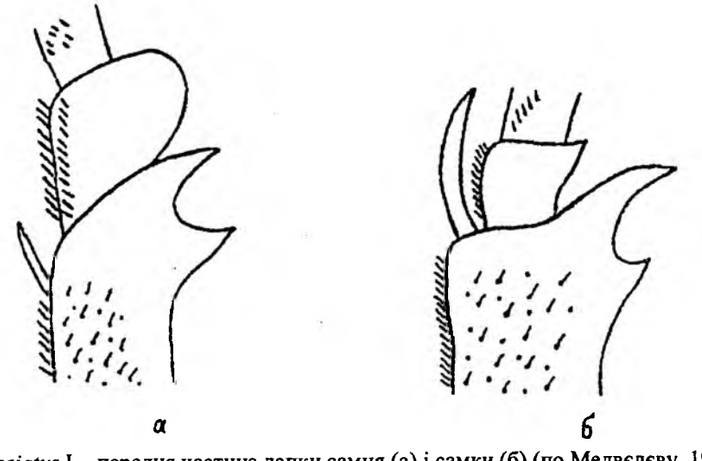


Рис. 1. *Trichius fasciatus* L., передня частина лапки самця (а) і самки (б) (по Медвєдєву, 1960 [1]).

Морфологічно самці і самки *восковиків* відрізняються один від одного по першому членику передніх лапок: у самців він великий, довший від вершинного зубця гомілки і вершинної шпори. У самок він короткий,

зовні на вершині з зубцевидним відростком, коротший вершинного зубця гомілки і вершинної шпори (рис. 1). Крім того, у самок часто відсутні волоски на передньоспинці, самці і самки достовірно відрізняються наявністю світлих плям на передньоспинці і пігідії [28, 1]. Однією з модельних популяцій дослідниками була обрана популяція з околиць м. Верх-Нейвінськ (Свердловська обл., Росія).

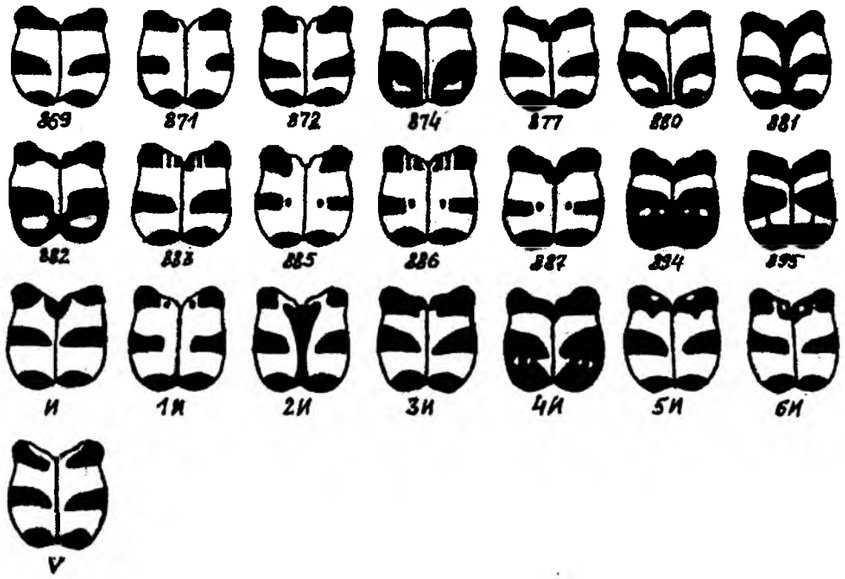


Рис. 2. *Trichius fasciatus* L., типи морфологічних аберацій, виявлених в досліджених популяціях Уралу та Сибіру (по Новоженову, 1977 [28]).

У верхньо-нейвінській популяції дослідниками було виявлено 18 аберацій малюнку на елітрах *Trichius fasciatus* L. (рис. 2). Багато з них мали низьку відносну частоту зустрічі в популяції – менше 1 %. Лише 4 аберації були поширені в дослідженій популяції: 877, И, 869, 872. Серед самців найбільш типовою морфою була аберація 877 і коливалась з амплітудою не більше 10 % по відносній частоті зустрічі у період дослідження. Ця ж аберація переважала серед самок і складала більше 50 % відносної частоти зустрічі. Виявлено статистично вірогідну кореляцію поширення певних фенотипів у певної статі. Крім того, було виявлено, що деякі аберації, зокрема аберація V зустрічається виключно у самок. Автори прийшли до висновку, забарвлення елітр пов'язане з дублетом Х-хромосоми (з врахуванням того факту, що у цього виду стать визначається статевими хромосомами по системі ХХ/Х0). Автори прийшли до висновку, що збалансований поліморфізм підтримується не тільки в цілому на популяційному рівні, але зберігається окремо серед самок і серед самців. Крім аберативної мінливості у верхньо-нейвінській популяції встановлена і досліджена мінливість по загальному фону поля елітр, що варіює від світло-жовтого до темно-рудого. Автори виділили чотири фена по загальному фону елітр: темний, середній, світлий і бітональний (асиметричний прояв інтенсивності забарвлення на лівій і правій елітрах). Результати досліджень поширення цих фенів серед осіб різних статей не виявили статистично вірогідних відмінностей по частотах зустрічей цих фенів у особин різних статей [28]. Автори також дослідили мінливість по забарвленню волосків на передньоспинці, що варіював від білого до темно-рудого [38]. Аналіз виявив статистично вірогідну різницю між самцями і самками у дослідженій популяції по кольору волосків на передньоспинці. Серед самок не було особин з білими волосками, фен сірих волосків виявився рідкісним, рудий колір волосків явно переважав по частоті зустрічі порівняно з самцями [32]. Дослідження динаміки частот зустрічі фенів забарвлення фону елітр та забарвлення волосків на передньоспинці показали статистично вірогідну динаміку, тобто обидва види мінливості не мають відношення до збалансованого поліморфізму [19]. Ці факти свідчать зокрема про те, що аберації по наявності та формі чорних плям на елітрах є генетично детерміновані [28].

Trichius fasciatus L. виявився зручним об'єктом для дослідження проблеми географічної мінливості і популяційної структури виду. З метою вивчення географічної мінливості Новоженовим Ю. І. [34] проводив два розрізи ареалу цього виду. Розріз по довготі від Карпат до Камчатки і Сахаліну і широтний розріз – від лісотундри в районі Туру ханська до Барбінського лісостепу в Західних Саянах. З порівняльного аналізу двох десятків популяцій цього виду автор зробив такі висновки:

1. Популяції по периферії ареалу звичайно значно більш поліморфні і суттєво відмінні від центральних популяцій.
2. Сусідні популяції звичайно мають більш схожий фенообраз.
3. Всі популяції практично складаються з одних і тих же аберацій (морф), що зустрічаються з різною частотою.

4. Всі виявлені поліморфні ознаки змінюються в різних напрямках незалежно, інколи проявляючи деяку клінальність.

Географічно віддалені популяції мають різний фенообраз, хоча включають одні і ті ж морфи (аберації) [28].

Причина виникнення поліморфізму *Trichius fasciatus* L. остаточно не з'ясована, але вже зараз можна впевнено сказати, що вид *Trichius fasciatus* L. є хорошим модельний об'єктом для популяційної генетики та фенетики [19, 20, 27].

Поліморфізм карпатських популяцій *Trichius fasciatus* L. досі не досліджувався.

Мікроеволюційні процеси на рівні феногенетичного поліморфізму досліджувались на різних об'єктах. Найбільш дослідженим, класичним і популярним об'єктом в XX столітті був вид *Drosophila melanogaster*. Проте для вивчення природних популяцій і розширення спектру різних мікроеволюційних процесів в природних популяціях, в тому числі впливу міграційних процесів, ієрархічності внутрішньовидових груп, впливу антропічного тиску в останні десятиліття пропонувались нові модельні об'єкти досліджень. Модельний об'єкт для таких досліджень повинен був задовольняти наступні вимоги: бути достатньо чисельним і займати великий ареал, бути здатним до міграційних процесів, бути поліморфним по ряду морфологічних ознак, мати достатньо ізольовані популяції [27]. Дослідження мікроеволюційних процесів проводили на дуже різних модельних об'єктах. Так, зокрема, Новоженов Ю. І. ці дослідження проводив на *травневому хрущі (Melolontha melolontha) (Scarabeidae, Coleoptera, Insecta); странгалії чотирьохплямистій (Strangalia quadrifasciata) (Cerambycidae, Coleoptera, Insecta); лісовій перламутрівці (Arginis paphia* L.*) (Nymphalidae, Lepidoptera, Insecta)* [34]. Лусіс (Лус) Я. Я. дослідження мікроеволюційних процесів проводив на жуках роду *Adalia* (*Coccinelidae, Coleoptera, Insecta*) [12-17]. Сергієвський С. О. досліджував поліморфізм літорального молюска *Littorina obscurata* L. [46-52]. Стегній В. Н. досліджував мікроеволюційні процеси як на фенетичному так і на хромосомному рівнях виду малярійний комар (*Anopheles messeae*) [цит. за 53]. Хоча двокрилих з роду анофелес використовували більше для дослідження хромосомного поліморфізму аніж для морфологічного [53]. З наземних молюсків використовувалась низка видів з близьких надродин *Helicoidea*, *Hygromioidea* – роботи Хохуткіна І. М. [цит. за 53], Єлькіна Ю. А. [цит. за 53] та інших авторів. Зюганов В. В. для досліджень мікроеволюційних процесів використовував рибу Колюшку трьохголкову (*Gasterosteideus aculeatus*) [53]. Орлов Л. М. в якості модельного об'єкту феногенетичних досліджень пропонує непарного шовкопряда (*Ocneria dispar = Limantria dispar*) та сітчатокрилу комаху золотоочку [53]. Різні автори, зокрема, Абилкасимова Т. А., Багірова Ч. М. пропонують в якості модельних об'єктів для популяційних досліджень різні види жуків-наривників – досить слабко вивчено родину твердокрилих серед представників якої сильно виражений морфологічний поліморфізм [53]. Артемьева Е. А. пропонує в якості модельно них об'єктів популяційних досліджень метеликів з родини Синявців (Lycaenidae) серед яких є низка поліморфних видів. Балтуцька І. В. проводить дослідження популяцій клопа-солдатика вивчаючи в першу чергу флуктуюючу асиметрію як показник стану популяцій, екосистем. У цього виду комах так само як і в колорадського жука сильно виражений асиметричний поліморфізм, що корелює з інтенсивністю дії низки факторів середовища. Одним із класичних об'єктів популяційних досліджень став колорадський жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say) – надзвичайно поліморфний вид, який перебуває під посиленим антропогенним тиском і мікроеволюційні процесуи у якого відбуаються швидкими темпами на очах дослідників. За оснанні 100 років дослідження феногенетичного поліморфізму цього виду опубліковано величезну кількість робіт по дослідженню динаміки популяцій, адаптацій, виникнення форм стійких до дії інсектицидів та ін. [53]. Белишев Б. Ф. досліджував феногенетичний поліморфізм різних видів бабок (Odonata). Odonata для фенетичних досліджень популяцій пропонує використовувати також Захаров В. М. – зокрема він пропонує в якості моделі поліморфний вид *Sypetrum flaveolatum* [8-11]. Зручними і досить інформативними для феногенетичних досліджень виявились види жуків з родини Coccinellidae, зокрема такі як *Harmonia axyridis* Pall., *Adalia decempunctata L.*, *Adalia bipunctata* L., *Adalia frigida* Schneider. Ці види завдяки роботам Добжанського Ф. Г. та Темофеєва-Ресовського Н. В.стали класичними об'єктами популяційної біології. З листоїдів, крім колорадського жука в якості модельного об'єкту використовувались поліморфні види *Goniocneta viminalis* (L.), *Chrysolina vrians* L., *Entomoscelis adonilis* Pall, *Cryptocephalus signatus* Laich., *Cryptocephalus bicolor*. Роботи Данцига Е. М. по вивченню поліморфізму деяких видів кокцид (Homoptera, Coccoidea) дозволили уточнити систематику цієї таксономічної групи і звести деякі види до синонімів. Поліморфізм різних видів кокцинелід вивчали також Крильцов А. И. та Нефедов Н. І. Ємець В. М. пропонує в якості модельного об'єкту поліморфний вид турунів *Pterostichus oblongopunctatus* F. Єрьоміна І. В. проводить дослідження поліморфних видів перетинчастокрилих з родини Vespidae. Крім цих видів використовувався для популяційних досліджень вид *Hoplia aureola* Pall. Макарик В. М. для популяційних досліджень використовував вид сітчастокрилих *Chrysopa intima* McL. Види сітчастокрилих для дослідження мікроеволюційних процесів пропонує використовувати також Орлов Л. М. Негробов О. П. і співавтори пропонують в якості модельних об'єктів для феногенетичних популяційних досліджень поліморфний вид *Chrysops relictus* (Diptera, Tabanidae). Сафокін А. Ф. для популяційних досліджень використовував поліморфний вид листовійок *Archisps podana* Sc. Класичними стали також чисельні роботи по дослідженню поліморфізму бджіл з роду *Apis*, зокрема досліджені Скоріковим А. С. У багатьох роботах в якості моделі були взяті різні поліморфні види молюсків [53, 54]. В багатьох роботах для популяційних досліджень використовували різні види сирфід, зокрема з родів *Eristalis, Merodon, Spherophoria*. Серед хребетних відносно

придатними об'єктами для фенетичних досліджень для різних дослідників служили різні види ящірок, гризунів і навіть китоподібних [53].

Кожна із запропонованих моделей має свої переваги та свої недоліки. Так популяції колорадського жука не можна в повній мірі вважати природними популяціями – вважається, що це напівприродні популяції. Вид, який можна взяти в якості моделі для дослідження природних популяцій і мікроеволюційних процесів матодами фенетики має задовольняти цілому ряду вимог: бути чисельним, поширеним, мати великий ареал, бути поліморфним по низці морфологічних ознак, інтенсивно розмножуватись, мати короткий цикл розвитку – швидко змінювати покоління. Цим вимогам найбільше відповідають багато видів двокрилих, зокрема з роду Eristalis та деякі види жуків в тому числі і досліджуваний в цій роботі вид Trichius fasciatus L.

В останні роки досліджень феногенетичного поліморфізму природних популяцій тварин активно розвивався як в напрямку охоплення все нових і нових об'єктів, та і по шляху розробки основних теоретичних проблем [54]. Це виразилось як у збільшенні числа публікацій присвяченій цій проблемі, в тому числі і декількох спеціалізованих збірників присвячених проблемам фенетики і поліморфізму – як генетичного так і феногенетичного [53]. Розвинулась ціла галузь – фенетика – наука, що використовує генетичні підходи і принципи на форми, генетичне вивчення яких є вкрай ускладнене або практично неможливе [266]. Предметом фенетики є внутрішньовидова мінливість, що вивчається на рівні дискретних альтернативних ознак – фенів. Методами фенетики є виокремлення в мінливості досліджуваних форм різноманітних фенів, кількісне і якісне вивчення фенів в популяціях і інших групах особин [54]. Метою фенетики є розробка питань мікроеволюції, теоретичної систематики, практичної ббіотехнології та інших проблем, що пов'язані з популяційними дослідженнями видів [53].

Оскільки внутрішньовидова мінливість торкається будь-яких проявів життєдіяльності – від молекулярного до еколого-етологічного, то, відповідно, фени можуть бути найрізноманітніші і торкатися як будови будь-яких біологічних структур, так і їх функціонування. Межа між популяційною морфологією і фенетикою досить умовна [53]. Фенетичними можна вважати всі роботи, в яких дослідник оперує з частотами дискретних ознак, до якого б розділу популяційної біології не відносились би ці ознаки [54].

Поняття «фен» є одним із центральних в фенетиці. Згідно рішенню Першої Всесоюзної наради по фенетиці (1976 р.) фен визначають як дискретну альтернативну просту ознаку, що відображає особливості даного генотипу [53].

З давно відомого в класичній генетиці принципу плейотропії в дії генів (Plate, 1910) слідує, що один ген виявляє дію на фенотипічний прояв не одного, а багатьох фенів [цит. за 53]. Один із синонімів плейотропії – поліфенія – був давно запропонований В. Геккером (Hecker, 1825). В той же час давно було ясно, що на кожну ознаку може впливати не один, а кілька чи навіть багато окремих генів. Отже, невірно було б вважати кожний фен однозначно і жорстко зв'язаним з визначеним геном: не виключенням, а правилом є той факт, що кожен фен маркує присутність одного з алелей декількох різних генів. Ця обставина, безсумнівно, робить фени не вузькими, а достатньо широкими маркерами генотипу: присутність того чи іншого фена повинно свідчити не про присутність якогось певного алеля єдиного гена, а про присутність одного з алелей декількох генів. Програючи в точності маркування, фени виграють в широті охоплення генотипу. Це важливо, особливо, якщо врахувати, що генотип у вищих тварин включає кілька десятків тисяч генів: врахування одного, десятка або двадцяти генів мало що дає для аналізу популяційної специфіки. Але аналіз кількох сотень генів буде значно репрезентативні ший: якщо один фен зв'язаний з одним або двома десятками генів, то, вивчивши частоту сотні фенів в популяції, ми зможемо сподіватись врахувати відхилення в будові кількох тисяч генів. В цілому можна сказати, що небезпека поліфенії, що послабляє точність генетичного маркування фенами на рівні онтогенезу, перетворюється в перевагу фенетичного підходу на рівні генофонду популяції [53].

На шляху реалізації спадкової інформації від гена до фена для фенетики є і інші складності, крім поліфенії. Мова йде про явище, яке можна назвати «онтогенетичним шумом»: виникнення псевдо фенів, або «несправжніх» фенів, тобто таких дискретних ознак фенотипу які не можуть маркувати даний фенотип. Така завжди існуюча, деяка невизначеність у виявленні істинних фенів – це та «ціна», яку доводиться платити при відмові від вивчення кожної ознаки генетично, з застосуванням методів схрещування в низці поколінь. Але перебільшувати значення цієї невизначеності, рівня «онтогенетичного шуму» в реалізації певних фенів, не слід. Складність взаємодії зовнішніх факторів в процесі онтогенезу настільки велика, що самі фактори ці повинні бути якимось чином «броунізовані», тобто вести себе, подібно частинкам при броунівському русі, і взаємно нівелювати явище. Ця теза в свій час була доведена Т. Сйоволдом (Sjøvold, 1977) [цит. за 53] від протилежного: якщо б це було інакше, ніякого стабільного розвитку, який спостерігається з покоління в покоління у кожного виду живих істот (і в результаті якого у людини реалізуються навіть пігментні плями на тих же частинах тіла, особливості жестів і тембру голосу, що і в батьків), ніколи не спостерігалось би [53, 54].

Самому поняттю «фен», враховуючи чисельні дискусії з цього питання зараз дають таке визначення: Фени – це будь-які дискретні, альтернативні варіації ознак і властивостей індивідуумів, які на всьому матеріалі досліджень не діляться без втрати якостей; фени відображають певні риси генетичної конституції даної особини, а своєю частотою – генетичну структуру групи [53].

Серед актуальних шляхів досліджень в цій області можна виділити наступні: поглиблення поняття фена, розробка принципових схем пошуку і обліку ознак типу фенів в різноманітних групах організмів, типологізація фенів, виділення фенів різного масштабу по відношенню до маркованих цими фенами груп особин, експериментальне дослідження фенів на добре вивчених генетично і зручних для онтологічного

дослідження груп організмів. Останній напрям досліджень можна умовно назвати експериментальною феногенетикою [53].

При аналізі даних геногеографії постає завдання виділення якісних границь в розподілі концентрацій того чи іншого фена. Наприклад, концентрація фена коливається від 0 до 80 %. Постає питання: чи вважати різницю між 10 і 20 або між 50 і 70 % суттєвою чи ні? Відповідь на це запитання можна отримати, співставивши всі виявлені частоти даного фена у всіх популяціях [53].

Починаючи з перших етапів розвитку фенетики вияснення структури популяції розглядається як важливий напрямок фенетичних досліджень. Проблема структурованості популяцій тісно пов'язана з проблемою визначення популяційних границь. У найпростішому випадку, при порівнянні двох або більше популяційних вибірок із віддалених одна від одної частин видового ареалу, можна (по ступеню спорідненості в частотах ознак) визначити, чи відносяться вони до однієї спільної сукупності (популяції) чи ні. Якщо вони відрізняються достатньо стійко і статистично вірогідно, то висновок про популяційну самостійність очевидний. При цьому межа між популяціями повинна проходити десь точками популяційних вибірок і точніше визначена бути не може. Зовсім інша справа, якщо дослідження проводились на суцільно заселеній видом ділянці, де багато дрібних і найдрібніших груп виявляються ізольованими одна від одної здоланними індивідуально мікробіотопами, тобто відстанню [53].

Знаючи середній радіус індивідуальної активності, можна розрахувати при першому наближенні можливу ступінь ізоляції будь-якої дрібної групи особин від будь-якої іншої такої ж групи [54]. Але такі розрахунки не мають особливого біологічного сенсу, якщо не порівнювати реально існуючі в природі дрібні групи. Можливість виділення таких дрібних груп типу демів дає фенетичний підхід. Після картографічного розподілу окремих рідкісних фенів у всіх досліджених випадках у дослідників виникала можливість виділення їх певних концентрацій, тобто виділення певних природних груп особин. При дослідженні багатьох фенів межі таких груп часто співпадають, показуючи тим самим межі цих дрібних угрупувань [53].

Порівняння великого числа таких дрібних угрупувань у прудкої ящірки в свій час здійснив Яблоков А. В., що дозволило виділити кілька рівнів ізоляції груп. Якщо прийняти, що ступінь ізоляції відповідає ступеню обміну генетичним матеріалом, то виявляється можливим виділити кілька рівнів інтеграції видового населення. По відношенню до прудкої ящірки було виявлено як мінімум 5 рівнів ієрархії [53, 54].

При аналізі цих даних у дослідників виникали питання: який з цих рівнів інтеграції можна вважати істинним популяційним рівнем? Де внутрішньо-, а де між популяційні відмінності? Однозначної відповіді на ці питання поки що немає. Яблоков лише вказує, що популяційний рівень повинен бути не нижче четвертого в його схемі [54]. Це заключення Яблоков робить виходячи з характеристики популяції як елементарної популяційної одиниці: популяція повинна мати власну популяційну долю, бути потенційно безсмертною і мати інтегрований генофонд [53]. Виходячи з цього, популяцією може бути така група особин, яка протягом великого числа поколінь існує як відносно ізольована генетична система. На 3-му рівні інтеграції за Яблоковим групи особин занадто малі, щоб бути застрахованими від випадкових змін чисельності. Крім того, на цьому рівні інтеграції ще порівняно великий рівень обміну: малоймовірно, щоб рівень обміну в 3-4 % може не дозволити функціонувати стійкій генетичній системі [53].

Стадія бурхливого розвитку, яку переживає зараз фенетика популяцій як погранична біологічна дисципліна, визначає як можливість існування широких надій (пов'язаних з проникненням фенетики у все більше число областей популяційної біології і аналізом все більшого числа конкретних популяційних завдань), так і можливість існування в різній ступені вираженого скептицизму. І те і інше неминуче і необхідне в розвитку науки. Сучасна біосфера швидко змінюється під впливом людини, і в цій динамічній системі методи фенетики дозволяють робити оцінку стану сучасних природних популяцій [53].

Висновки

Trichius fasciatus L. є перспективним видом для вивчення низки проблем популяційної біології, перспективним модельним об'єктом для вивчення мікроеволюційних процесів.

Література

1. *Бей-Биенко Г.Я. (ред.)* Определитель насекомых европейской части СССР в пяти томах. Т.2.Жесткокрылые. – М. – 1970. – 668 с.
2. *Береговой В. Е.* Проблема подвида и популяции полиморфных видов // Журнал общей биологии. – 1967. – т.28. – с. 50 – 67.
3. *Береговой В. Е., Новоженов Ю. И.* Элементарные популяции у полиморфных видов и их границы // Экологические адаптации животных. – М.: Наука. – 1976. – с. 124 – 134.
4. *Богдановъ-Катьковъ Н. Н.* Замьтка о нькоторыхъ формахъ Trichius fasciatus L. (Coleptera, Scarabeidae) // Русск. Энтом. Обозр. – 1913. – т.13, № 3-4. – с. 470 - 471.
5. *Лус Я. Я.* О наследовании окраски и рисунка у божьих коровок Adalia bipunctata L. и Adalia decempunctata L. // Изв. Бюро ген. – 1928. – Т.6. – С. 89-163.
6. *Лус Я. Я.* Анализ явления доминирования при наследовании рисунка элитр и переднеспинки у Adalia bipunctata L. // Труды лаб. ген. – 1932. – Т.9. – С.135-162.
7. *Захаров И. А.* Взаимодействие антропогенных и природных факторов в развитии городского меланизма в популяциях Adalia bipunctata L. Восточной Европы // Генетика. – 1990. – Т.26, в. 11. – С. 1932-1941.

8. *Захаров И. А.* Изучение популяций двухточечной коровки Европейской части СССР и Закавказья в связи с анализом факторов, вызывающих накопление черных форм (меланизация) // Фенетика природных популяций. Материалы IV Всесоюзного совещания. – М. – 1990. – с. 91-92.
9. *Захаров И. А., Сегриевский С. О.* Изучение изменений в составе популяций Adalia bipunctata в городе Ленинграде и прогородах // Генетика. – 1978. – Т.14, в.2. – С. 281-284.
10. *Захаров И. А., Сегриевский С. О.* Изучение генетического полиморфизма популяций двухточечной божьей коровки Adalia bipunctata L. Ленинградской области. Сообщение 1. Сезонная динамика полиморфизма // Генетика. – 1980. – Т.16, в.2. – С. 270-275.
11. *Захаров И. А., Сегриевский С. О.* Изучение генетического полиморфизма популяций двухточечной божьей коровки Adalia bipunctata L. Ленинградской области. Сообщение 3. Состав популяций пригородов и области // Генетика. – 1983. – Т.19, в.7. – С. 1144-1151.
12. *Лус Я. Я.* Некоторые закономерности размножения популяций Adalia bipunctata L. Гетерозиготность популяций по леталям // Докл. АН СССР. – 1947. – Т.57, в.8. – С. 825-828.
13. *Лус Я. Я.* Некоторые закономерности размножения популяций Adalia bipunctata L. Бессамцовые линии в популяциях // Докл. АН СССР. – 1947. – Т.57, в.9. – С. 951-954.
14. *Лусис Я. Я.* О биологическом значении полиморфизма окраски у двухточечной коровки - Adalia bipunctata L. // Latvijas Entomologs. – 1961. – Т.4. – С. 1-21.
15. *Лусис Я. Я.* Таксономические отношения и географическое распространение форм жуков рода Adalia Mulsant // Проблемы генетики и эволюции. – Рига, 1973. – В.1. – С. 5-128.
16. *Лусис Я. Я.* О систематическом положении Adalia frigida Schneider (Coleoptera, Coccinellidae) // Генетико-селекционные исследования в Латв. ССР. Тезисы докладов конф. – Рига, Зинатне, 1976. – С. 3-6.
17. *Лусис Я. Я.* О возрастании доли черных доминантных форм в популяциях божьих коровок Adalia bipunctata L. // Изв. АН Латв. ССР. – 1987. – Т.9. – С.81-89.
18. *Молодцов С. М.* Экология и внутрипопуляционная изменчивость восковика обыкновенного (Scarabaeidae, Coleoptera) на примере Верх-Нейвинской популяции (Средний Урал) // Экология. - 1995. - N 5. - С.390 - 394.
19. *Молодцов С. М.* Связь полиморфизма с размерами тела у жесткокрылых // Успехи энтомологии на Урале / Ин-т экологии растений и животных УрО РАН; УрГУ. – Екатеринбург. - 1997. - С.189.
20. *Молодцов С. М.* Особенности полового диморфизма у восковика обыкновенного Trichius fasciatus L. (Coleptera, Scarabeidae) // Энтомологическое обозрение. – 1998. – т. 77, № 2. – с. 280 – 288.
21. *Новоженов Ю. И.* Популяционная структура вида и массовые размножения животных // Журнал общей биологии. – 1966. – т.27,в.1. – с. 48 – 57.
22. *Новоженов Ю. И.* Об адаптивности природных популяций восточного майского хруща // Зоологический журнал. – 1967. – т.46,в.1. – с.73 – 82.
23. *Новоженов Ю. И.* Роль пространственной и временной изоляции в дифференциации природных популяций // Труды Института экол. раст. И животных. – 1969. – в. 71. – с. 37 – 44.
24. *Новоженов Ю. И.* Соотношение полов – специфический параиетр элементарной природной популяции // Журнал общей биологии. – 1971. – т.32,№.1. – с. 37 – 44.
25. *Новоженов Ю. И.* Популяция – наименьшая хорогенетическая единица эволюции // Зоологические проблемы Сибири. – Новосибирск: Наука. – 1972. – с. 67 – 79.
26. *Новоженов Ю. И.* Популяция – элементарная хорогенетическая единица эволюции, ее изменчивость и границы: Дисс. на соиск. уч. Ст. доктора биол. наук. – Свердловск, 1972. – 405 с.
27. *Новоженов Ю. И.* Изучение популяционной структуры вида у насекомых с помощью полиморфизма // Иссле дование продуктивности вида в ареале. – Вильнюс. – 1975. – с. 87 – 105.
28. *Новоженов Ю. И.* Географическая изменчивость сбалансированного полиморфизма на примере восковика обыкновенного (Trichius fasciatus L.) // Журнал общей биологии. – 1977. – т.38, №5. – с. 709 – 723.
29. *Новоженов Ю. И.* Коэфициенты вариации размеров майских жуков как популяционный параметр // Зоологический журнал. – 1978. – т.57,в.6. – с. 857 – 866.
30. *Новоженов Ю. И.* Феногеография стабильного полиморфизма // Физиологическая и популяционная экология животных. – Саратов, 1978. – В. 5(7). – с. 45-49.
31. *Новоженов Ю. И.* Полиморфизм и видообразование // Журнал общей биологии . – 1978. – т.40, №1. – с. 17 – 34.
32. *Новоженов Ю. И.* Полиморфизм и неприрывная изменчивость в популяциях насекомых // Журн. общ. биол. – 1980. – Т. 41., в. 5. – С. 668-679.
33. *Новоженов Ю. И.* Размеры природных популяций насекомых // фауна Урала и Европейского Севера. – 1981. – С. 83 – 102.
34. *Новоженов Ю. И.* Географическая изменчивость и популяционная структура вида // Фенетика популяций. – М.: Наука, 1982. – с. 78 – 90.
35. *Новоженов Ю. И.* Адаптивность мультивариационного полиморфизма // Тез. докл. IV всес. общ-тва генетиков и селекционеров им. Н. И. Вавилова. – Кишинев: Штиинца, 1982. – с. 178-179.

36. *Новоженов Ю. И.* Полиморфизм и его эволюционное значение // Природа. - 1983. - №3. - с. 50-58.
37. *Новоженов Ю. И.* Полиморфизм и гомеостазис природных популяций // Экологические механизмы преобразования популяций цивотных при антропогенных воздействиях: Информ. материалы / Ин-т экологии растений и животных УНЦ АН СССР. – Свердловск. - 1987. - С.67 - 68.
38. *Новоженов Ю. И.* Полиморфизм и адаптивность популяции // Фауна и экология насекомых Урала: Сб.науч.тр. / УрГУ им. А.М.Горького. - Свердловск: Изд-во УрГУ. - 1987. - С.3 - 15.
39. *Новоженов Ю. И.* Полиморфизм и микроэволюция // Онтогенез, эволюция, биосфера. – М.: Наука, 1989. – С. 144-156.
40. *Новоженов Ю. И.* Хронографическая изменчивость популяций // Журнал общей биологии. – 1989. – Т. 50, в.2. – С. 171-183.
41. *Новоженов Ю. И.* Основные итоги изучения полиморфизма у насекомых // Успехи энтомологии на Урале / Ин-т экологии растений и животных УрО РАН; УрГУ. – Екатеринбург. - 1997. - С.148 - 152.
42. *Новоженов Ю. И., Береговой В. Е., Хохуткин И. М.* Обнаружение границ популяций у полиморфных видов по частоте встречаемости форм // Проблемы эволюции. – Новосибирск: Наука, 1973. - т. 3. – с. 252 – 260.
43. *Новоженов Ю. И., Коробицын Н. М* Аберативная изменчивость в природных популяциях насекомых // Журнал общей биологии. – 1972. – т.32, №3. – с. 315 – 324.
44. *Новоженов Ю. И., Юдов В. А.* Связь полиморфизма с соотношениями полов в популяции // Фенетика природных популяций. – М., 1990. – с. 206 – 207.
45. *Новоженов Ю. И., Юдов В. А.* Стационарное изучение полиморфных насекомых в Ильменском государственном заповеднике // Энтомологические исследования в Ильменском государственном заповеднике. – Миасс, 1994. – С. 6-24.
46. *Сергиевский С. О.* Фенотипическая структура континуальных популяций // Фенетика популяций. – М.: Наука. – 1982. – с. 104 – 111.
47. *Сергиевский С. О.* Парапатрическая дифференциация популяций // Журнал общей биологии. – 1983. – Т 44, в. 4. – С. 491-500.
48. *Сергиевский С. О.* Полифункциональность и пластичность генетического полиморфизма // Журнал общей биологии. – 1985. – Т.46, в. 4. – С. 491-502.
49. *Сергиевский С. О.* Комплексный анализ адаптивности полиморфизма (на примере брюхоного моллюска Littorina obtusata L. // Журнал общей биологии. – 1987. – Т.48, в. 5. – С. 675-686.
50. *Сергиевский С. О., Захаров И. А.* Экологическая генетика популяций Adalia bipunctata: концепция «жеского» и «гибкого» полиморфизма // Исследования по генетике. – 1981. – В. 9. – С.112-129.
51. *Сергиевский С. О., Захаров И. А.* Изучение генетического полиморфизма популяций двухточечной божьей коровки Adalia bipunctata L. Ленинградской области. Сообщение 2. Состав популяций города Ленинграда // Генетика. – 1983. – Т.19, в.4. – С. – 634-641.
52. *Сергиевский С. О., Захаров И. А.* Реакция популяций на стресове воздействия: концепция двуступенчатого реагирования // Онтогенез, эволюция, биосфера. – М.: Наука, 1989. – С. 157-173.
53. *Яблоков А. В. (ред.)* Фенетика популяций. – М.: Наука, 1982. – 294 с.
54. *Яблоков А. В.* Популяционная биология. – М.: Высшая школа, 1987. – 303 с.

Стаття поступила до редакції 26.05.2008 р.; прийнята до друку 02.06.2008 р.

Сіренко А. Г. – кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.
Слободян О. М. – аспірантка кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Рецензент: доцент, кандидат біологічних наук Случик В.М., доцент кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника

ҐРУНТОЗНАВСТВО

УДК 631.10

СУЧАСНИЙ СТАН ОСУШЕНИХ ЗЕМЕЛЬ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

У. М. Карбівська, І. Д. Мельник
Кафедра агрохімії та ґрунтознавства
Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника
e-mail: bratlibo@yahoo.co.uk

Виявлено основні чинники впливу на меліоративний стан осушених земель, відзначається низька їх продуктивність, пропонуються заходи щодо її покращення. Встановлено, що продуктивність осушених земель в останні роки понизилась, на окремих територіях відбувається вторинне перезволоження, погіршення водно-фізичних, агрохімічних властивостей ґрунту, зниження його родючості.

Ключеві слова: *осушені, перезволожені, заболочені землі.*

Karbivska U. M., Melnyk I. D. **The modern condition of drain soil of Ivano-Frankivsk administrative district and perspectives their utilization.** *The main factors of the influence on the meliorated state of the drained soils and their productivity are given. The measures for increasing the productivity are proposed. It is set, that recently the productivity of the drained soil has been decreased. On some territories the rewatering and getting worse the water physical, agro-chemical characteristies of the soil, the decreasing of its fertility take place.*

Key words: *meliorated, marsh, water physical state.*

Вступ

Глобальні кризові екологічні ситуації, які відбуваються останнім часом в західному регіоні України і за її межами, викликають гостру потребу в систематичних цілеспрямованих спостереженнях за станом усіх компонентів природного середовища. Територія західного регіону є важливим центром сільськогосподарського виробництва, де знаходиться 66,1% ріллі, 54,1% сіножатей і пасовищ. Площа гідроморфних ґрунтів у межах Івано-Франківської області становить 194 590 тис. га. Для підвищення їх родючості у 60-80 роках минулого століття були проведені широкомасштабні меліоративні роботи. Було побудовано 967 осушених систем на площі 194,6 тис.га, в тому числі з двобічним регулюванням площею 3,1 тис.га, 3587,6 км водоприймачів і каналів, 4648 різних споруд на водоприймачах і каналах. Відповідно до умов на території області введено в експлуатацію в основному дренажні меліоративні системи з горизонтальним (гончарним) дренажем. Лише незначна частина має відкриту мережу у вигляді каналів. У зв'язку з економічною кризою, роздержавленням земель меліоративні роботи по осушенню земель та їх експлуатація з 2000 року зведені до мінімуму [2].

Об'єктом дослідження є осушені низькопродуктивні землі. Мета досліджень – дати оцінку сучасному стану осушених низькопродуктивних земель та перспективи їх використання.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводились на осушених землях базових господарств області, які є аналогом для західного Прикарпаття.

Результати та обговорення

Виявлено, що після осушення в перезволожених ґрунтах відбувається підвищення загальної пористості, пористості аерації, які приводять до покращення водно-повітряного режиму і зміни раніше домінуючих анаеробних процесів аеробними. Завдяки регулюванню водного режиму і більш інтенсивної аерації створюються сприятливі умови окультурення і покращення родючості осушених ґрунтів. В них більш інтенсивніше протікають процеси розкладу рослинних решток і гумусоутворення, а також відбувається накопичення легкодоступних для рослин поживних речовин.

Проте тривале використання осушених земель призводить до сталих змін в природних процесах, які мають різне спрямування. В першу чергу, це зміни у водообмінних і ґрунтотворчих процесах, які супроводжуються кількісними та якісними перетвореннями стану водних і ґрунтових ресурсів. Як наслідок, відбуваються зміни в рослинному і тваринному світі, змінюються і мікрокліматичні характеристики.

В результаті реформування земельних відносин в аграрному секторі економіки Івано-Франківщини відбулися кардинальні зміни в категоріях землекористувачів. Із 194 590 га меліорованих угідь 150 тис.га увійшли до пайового фонду. Розпаювання меліорованих земель між власниками, створення невеликих за площами фермерських господарств привело до зламу цілісності у використанні земель об'єднаних

осушувальних систем неефективне, а часто і неграмотне сільськогосподарське використання осушувальних площ, відсутність протягом останніх 10-ти років технічної експлуатації, порушення окремих елементів систем призвели до їх деградації, а в окремих випадках і до фактичного знищення осушувальних систем. Станом на січень 2005 року зношеність меліоративних систем Івано-Франківщини, за даними Облводгоспу, складає 55%, це означає, що фактично всі водогосподарські об'єкти потребують ремонту [1].

Недостатнє фінансування експлуатаційних заходів призвело до значного зменшення ремонтних робіт, що позначаються на технологічному стані меліоративних систем. Сьогодні в області налічується біля 7,5 тис.га технічно несправних осушувальних систем, які потребують реконструкції.

З 1998 року повністю припинилося проведення такого необхідного на важких заплавних ґрунтах агромеліоративного заходу, як глибоке розпушення, потреба в якому для Прикарпаття сягає 10 тис.га.

Враховуючи те, що площа осушуваних земель Івано-Франківщини становить понад 55% від загальної площі ріллі, подальше нарощування виробництва сільськогосподарської продукції буде неможливим без відповідних капітальних вкладень у реконструкцію меліоративних систем.

Для ефективності експлуатації меліоративних систем, раціонального використання та збереження осушуваних земель розташовані ділянки слід використовувати як правило, одним масивом у межах системи.

Осушені землі в області заняті в основному під сільськогосподарські угіддя, із них - 143 980 га або 74% рілля, 14 069 га або 7.2% перелоги, 10 478 га або 5.4% сіножаті, 25 465 га або 13.1% пасовища, 598 га або 0.3% багаторічні насадження.

Біля 10 років меліоровані осушені землі області залишаються без догляду (експлуатації). Особливо тривожне становище, щодо збереження осушувальної мережі і основних меліоративних фондів склалось за останні 5 років, коли відбувалося роздержавлення (розпаювання) земель. При реформуванні агропромислового сектору осушені землі залишились поза полем зору. Вони практично стали безгосподарними, заросли бур'янами, з критичним фітомеліоративним станом. Землекористувачі всіх форм господарювання усунені від відповідальності за збереження, належне та ефективне використання інфраструктури осушених земель. Вони самі не можуть виконувати ремонтно –експлуатаційні і доглядові роботи. Із-за економічної кризи землевласники не укладають договорів з водогосподарськими організаціями на технічне обслуговування внутрішньогосподарських осушувальних систем. Як наслідок цього щорічно в області списуються меліоративні фонди.

Проведені нами обстеження показали, що на окремих меліоративних системах гончарних дренажів простежується несприятлива меліоративна ситуація з ознаками перезволоження, заболочення. Ці явища простежуються в основному на ділянках з важкоглинистими ґрунтами і віддалю між дренами 20-30 метрів, що пов'язано з недостатньо високою якістю будівництва, низькою окультуреністю і відсутністю агротехнічних заходів. Виявлено, що площа ділянок з недостатньою ефективністю дії гончарного дренажу становить більше 3 % від всієї площі осушення. Низька ефективність роботи гончарних дренажів пов'язана з наступними причинами: неякісним будівництвом; відсутньою експлуатацією дренажної мережі з сторони господарств; не проведенні агрохімічних та агромеліоративних заходів; руйнування дренажних систем с.г. технікою; недооцінкою інженерно-геологічних умов природного середовища. В ряді господарств спостерігається низька ефективність роботи окремих дренажів у зв'язку з пливунними властивостями піщаних відкладів, яка призводить до деформації колекторно-дренажної сітки, її замулення.

Понад 20 відсотків меліоративних каналів заросли чагарниками та замулилися. На окремих ділянках спостерігаються блюдця, мочажини, виникає необхідність переводу осушених земель з одного виду угідь в інші. Технічний стан внутрішньогосподарських осушувальних систем через збиткову діяльність більшості сільгоспвиробників призводить до неспроможності виконання ними своєї основної функції – відведення надлишкових вод, а їх руйнування створює екологічну та технологічну небезпеку. Під час паводків збільшуються зони і терміни затоплення сільськогосподарських угідь та населених пунктів. Через незадовільний технічний стан меліоративної мережі в посушливі роки не на всій площі використовуються за призначенням системи двосторонньої дії. Енергетичне обладнання насосної станції польдерної системи відпрацювало нормативний термін і потребує капітального ремонту або заміни.

Урожайність сільськогосподарських культур на меліорованих землях тісно пов'язана з експлуатацією меліоративних заходів з використанням комплексу агромеліоративних заходів (вапнування, глибоке розпушення земель, культуртехнічні роботи). За даними обласного управління сільського господарства урожайність сільськогосподарських культур на окремих осушених землях в 2005 році складала: всього зернових і зернобобових (без кукурудзи) – 25,8 ц/га; кукурудза на зерно – 36,9 ц/га; цукрові буряки – 288 ц/га; картопля – 127 ц/га; овочі – 132 ц/га.

Висновки

Для покращення меліоративного стану осушуваних земель необхідно: провести інвентаризацію (паспортизацію) осушених земель; удосконалити систему агромеліоративних заходів; провести вапнування кислих ґрунтів; застосовувати ґрунтомеліоративні сівозміни; використовувати місцеві ресурси (органіка, дефекат, калійні добрива, вапняки з вмістом фосфоритів).

Література

1. Звітові матеріали з водно-фізичних та агрохімічних показників на осушних еталонних системах Івано-Франківської області за 1998-2002 рр. – м. Івано-Франківськ. – 2005. – с. 27.

2. *Козловський Б. І.* Меліоративний стан осушуваних земель Західних областей України. Львів. Євросвіт. – 2005. – с.419.
3. Комплексна програма розвитку меліорації земель та поліпшення екологічного стану осушених угідь 2001-2005 рр. та прогноз до 2010 року по Івано-Франківській області. – Івано-Франківськ. – 2001. – с. 8.

Стаття поступила до редакції 03.03.2008 р.; прийнята до друку 21.03.2008 р.

Карбівська У. М. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри агрохімії та ґрунтознавства Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.
Мельник І. Д. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри агрохімії та ґрунтознавства Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Рецензент: професор, доктор сільськогосподарських наук Волощук М. Д., завідувач кафедри агрохімії та ґрунтознавства Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника

УДК 631.10

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ СТРАТЕГІЇ БОРОТЬБИ З ДЕГРАДАЦІЄЮ ЗЕМЕЛЬ

М. Д. Волощук, М. І. Савюк
Кафедра агрохімії та ґрунтознавства Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника

Розглянуто основні принципи стратегії боротьби з деградацією ґрунтів і завдання для вирішення даної проблеми.

Ключові слова: *земельні ресурси, деградація ґрунту, реконструкція.*

Voloshchuk M. D., Saviuk M. I. The principal of strategy of struggle with soil degradation. *Was examined the basis principal of strategy of struggle with soil degradation and tasks for decision this problem in this article.*

Key words: *soil resource, degraded soil, reconstruction of soil.*

Вступ

Стійкий соціально-економічний розвиток країни можливий тільки при підтримці довготривалого часу продуктивних властивостей ґрунтів, використовуваних в сільському і лісовому господарствах шляхом попередження і боротьби з процесами їх деградації. Масштаб еколого-економічної кризи в сільськогосподарському виробництві і його взаємодія з макроекономічними процесами вимагає інтегрального підходу при охороні і раціональному використанні ґрунтів. Об'єкт дослідження: деградовані землі і принципи їх консервації. Мета досліджень: розробити основні принципи боротьби з деградацією земель і їх охорони.

Матеріали і методи

При узагальнені матеріалів використані експериментальні дані нормативні матеріали і літературні джерела.

Результати і обговорення

В нових умовах переходу від керованої централізованої економіки до ринкових завдань охорони, меліорації і раціонального використання ґрунтового покриву можуть бути вирішені настільки, наскільки держава буде надавати необхідну підтримку для інтеграції аграрної політики по охороні ґрунтових ресурсів, які базуються на екологічних принципах. Для управління земельними ресурсами державні органи повинні постійно впроваджувати юридичні, адміністративні і економічні механізми регулювання земельних відносин. Тільки тоді дохід сільського господарства досягне рівня, достатнього для розширення виробництва продукції і родючості ґрунту. При вирішені поставлених задач доцільно дотримуватись наступних принципів: *перший принцип* стратегії боротьби з деградації земельних ресурсів полягає в виявлені проблем, причин і здійснення в певній послідовності необхідних дій на основі даних кадастру і моніторингу якісного стану ґрунтового покриву. Держава повинна представити в розпорядження землевласникам і землекористувачам об'єктивні дані про якість ґрунтів приватизованих ділянок, господарств. Ця інформація необхідна для розробки плану заходів і проектів по охороні, меліорації і раціональному використанню ґрунтів, калькуляції розміру земельного податку, створення операції по юридичній циркуляції землі, згідно купівлі-продажі, оренді, іпотечної застави, спадщині земель і т.д. Реалізація цього принципу можлива шляхом удосконалення національної системи ґрунтових і агрохімічних досліджень в детальному масштабі їх циклічного проведення на всій площі сільськогосподарських земель.

Другий принцип стратегії, заснований на інформаційній системі кадастру і моніторингу ґрунту, полягає в використанні земель у відповідності з поняттям, "екологічний ліміт території", який характеризує мінімальну можливість відновлення природних ресурсів і реалізуючих через норми і стандарти, затверджених законом. Обов'язковою умовою є повернення економічним «агентом» втрат, спричинених в результаті деградації ґрунтів та інших природних ресурсів, відновлення їх якостей. Стандарти і норми "екологічного ліміту" установлюють критерії благоустрою території, враховуючи необхідність підтримки екологічної рівноваги, охорони, меліорації і раціонального використання земель для забезпечення сільськогосподарської і лісової діяльності, гарантуючи їм соціально-економічну стабільність і життєздатність на довгий період.

Третім основним принципом стратегії боротьби з деградацією ґрунтів і відновлення їх родючості являється впровадження на всій території країни системи стійкого землеробства. Основним завданням його є збереження природних ресурсів, і в першу чергу, родючості ґрунтів, пристосування системи "рослина-тварина" до навколишнього середовища і підтримання продуктивності земель на високому рівні впродовж тривалого часу.

Основні завдання, які необхідно вирішити для реалізації перерахованих принципів, повинні бути:

- розробка і затвердження стандартів і екологічних норм для раціональної сільськогосподарської експлуатації земель в межах існуючих ландшафтів;
- структуризація і реконструкція ландшафтів таким чином, щоб стимулювати природні процеси, які сприяють відновленню родючості ґрунтів, підтримці біологічного різноманіття, самоочищенню і попередженню забруднення земель;
- стимулювання досліджень в розробці експериментальних проектів для створення моделей високоефективних сільськогосподарських господарств, ферм, акціонерних товариств, в яких би підтримувалась природна рівновага, дотримувались оптимальні навантаження на ґрунти з врахуванням особливостей кожної агрокліматичної зони, системи ландшафту для попередження розвитку процесів деградації;
- використання традиційного досвіду в гармонії з сучасними прогресивними технологіями вирощування сільськогосподарських культур, раціонального використання земель;
- створення на державному і місцевому рівнях єдиної ієрархічної системи управління, контролю, охорони земельного фонду і регламентації земельних відносин;
- впровадження фінансової, бюджетної і законодавчої систем, сприятливої як для соціально-економічного добробуту населення, так і для охорони навколишнього середовища;
- державне регулювання діяльності економічних агентів через закони, стандарти та єдині норми по охороні навколишнього середовища і ґрунтового покриву;
- прийняття політики ринку і цін, яка забезпечує спосіб для охорони ґрунтового покриву;
- практична реалізація сукупності юридичних, політичних і економічних механізмів по регулюванню і стимулюванню на державному і місцевому рівнях проведення заходів по охороні, меліорації і раціональному використанню ґрунтів, в перщу чергу, податкових і економічних (зменшення або відміна земельного податку), надання вигідних кредитів;
- застосування, впровадження і стеження за заходами по попередженню і боротьбі з різними формами деградації ґрунтів, з передбаченням технологічної і фінансової відповідальності;
- створення необхідної інфраструктури для матеріально-технічного забезпечення землеробства (машини, добрива, пестициди, пальне), навчання, виховання і пропоганди, яка б допомагала місцевому населенню надавати необхідних навиків по попередженню і боротьбі з деградації ґрунтів, охорони і раціонального їх використання.

Висновки

Здійснення вище перерахованих заходів можливе тільки тоді при участі держави і всього населення в їх реалізації. Вони потребують великих інвестицій із сторони держави, економічних агентів і організацій, які займаються проблемами охорони природних ресурсів і постійного розвитку. Ці заходи повинні бути реалізовані в рамках дії по організації і благоустрою території на рівні, господарств, районів. Для їх виконання необхідно провести ретельні наукові дослідження і розробки експериментальних проектів.

Література

1. *Волощук М. Д., Турак О. Ю.* Деградація ґрунтів Карпатського регіону України // Науковий вісник Чернівецького національного університету. Серія Біологія. – 2005. – Вип. 257. – С. 57 – 60.
2. Закон України про державний контроль за використанням та охороною земель від 10 червня 1997 р. №503 та від 4 грудня 1997.
3. Національна доповідь Про стан охорони родючості ґрунтів. - Київ, 2002. – 35 с.
4. Земельний кодекс України Київ – 2002. – 28 с.

Стаття поступила до редакції 03.03.2008 р.; прийнята до друку 21.03.2008 р.

Волощук М. Д. – доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри агрохімії і ґрунтознавства Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.
Савюк М. І. – аспірант кафедри агрохімії і ґрунтознавства Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Рецензент: професор, доктор біологічних наук Мазепа І.В., професор кафедри біохімії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника

УДК 631.10

ВПЛИВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ КВАСОЛІ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ПРИКАРПАТТЯ

О. Д. Турак
Кафедра агрохімії та ґрунтознавства
Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника

Виявлено вплив обробітку ґрунту на формування урожаю квасолі в західному Прикарпатті.
Ключеві слова: *обробіток ґрунту, квасоля, формування врожаю.*

Turak O. D. The influence of soil cultivation on forming of haricot bean crop in condition of West Precarpathian. *In the article the influence of the cultivation of soil on the formation of bean harvest in the West of Precarpathia is found ont.*
Key words: *cultivation of soil, bean, harvest formation*

Вступ

Квасоля - цінна високобілкова культура Прикарпатті, в зерні якої міститься понад 24,0% білка, 54,5% вуглеводів та 1,7% жиру. Проте, незважаючи на численні позитивні якості квасолі, посівні площі її за останні роки в Україні, в тому числі і в західному Прикарпатті, різко скоротились. Однією з основних причин такого положення була відсутність високоврожайних штамбових сортів, придатних для механізованого збирання урожаю, а також недостатнє вивчення питань агротехніки її вирощування.

Особливе місце в технології вирощування цієї культури займають питання обробітку ґрунту в залежності від агротехнічних заходів вирощування. Сучасна система обробітку ґрунту бобових культур повинна забезпечити не тільки створення умов підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, але стабілізацію родючості ґрунту й рівня культури землеробства.

У підвищенні врожайності квасолі важливе значення має розробка і впровадження у виробництво раціональних способів обробітку ґрунту, вивчення впливу їх на ефективність добрив, що застосовуються в сівозміні. Своєчасний і правильний обробіток ґрунту є важливою ланкою в системі агротехнічних прийомів, від якої залежить отримання високих урожаїв.

Для західного Прикарпаття з переважанням дерново-підзолистими поверхнево-оглеєними ґрунтами даних по впливу обробітку та удобрення на формування врожаю квасолі недостатньо.

В зв'язку з цим виникла необхідність вивчення формування врожаю квасолі при різних обробітках ґрунту, рівнях удобрення, ці питання є актуальними для Прикарпаття.

Об'єкт досліджень – процеси розвитку та формування врожаю квасолі залежно від дії агротехнічних заходів.

Предмет досліджень. Квасоля, фактори формування її продуктивності.

Експериментальна робота проводилась на базовому полігоні дендрологічного парку «Дружба» Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, який розташований на північно-західній околиці м. Івано-Франківська.

Ґрунтовий покрив представлений дерново-підзолистими поверхнево оглеєними ґрунтами, які характеризуються низькою природною родючістю, вони мають нетривку структуру, легко запливають після випадання дощу, а при підсихання утворюють кірку. Вміст гумусу в орному шарі до 1,5%. В верхніх горизонтах як правило виражена нестача рухомих форм азоту і калію. Бідні ґрунти і на фосфор, оскільки він зв'язаний з полуторними окисами і утворює малорозчинні фосфати заліза.

Дослідження проводились за схемою:

Фактор А – обробіток ґрунту
1. Оранка на 20-22 см.
2. Оранка на 14-16 см

Фактор В - удобрення
1. Контроль (без добрив)
2. $N_{60}P_{60}K_{60}$
3. $P_{60}K_{60}$- під культивацію
4. NPK розрахункову на заплановану урожайність

Фактор С
1. Інокуляція
2. Без інокуляції

Результати і обговорення

Метеорологічні умови в 2006 році під час проведення досліджень відрізнялись від середньо багаторічних. Значна кількість опадів та низькі температури на період сходів та фази появи трійчастого листка призвели до погіршення росту та розвитку рослин, а також надлишок вологи в ґрунті визначили зниження загальної урожайності та враженості насіння квасолі.

Фенологічні спостереження за ростом і розвитком квасолі показали, що на проходження фаз вегетації в значній мірі відзначились метеорологічні умови, види обробітку і норми мінеральних добрив. Виявлено, що глибина обробітку значно вплинула на водно-фізичні константи, вологість ґрунту, об'ємну вагу, структурно-агрегатний склад, урожайність.

Таблиця 1. Елементи структури урожаю квасолі в залежності від мінеральних і бактеріальних добрив.

Варіанти		Оранка на глибину, см									
		14-16					20-22				
		Кількість, шт			Маса, г		Кількість, шт			Маса, г	
		бобів на рослині	насінин в бобі	насінин з рослини	1000 насінин	насінин з рослини	бобів на рослині	насінин в бобі	насінин з рослини	1000 насінин	насінин з рослини
Контроль (без добрив)	без інокуляції	9,2	4,3	39,6	205	8,1	10,8	4,7	50,8	229	11,6
$P_{60}K_{60}$	без інокуляції	9,9	4,1	40,6	210	8,5	11,6	4,5	52,2	228	11,9
$N_{60}P_{60}K_{60}$	без інокуляції	10,5	4,7	49,4	220	10,9	11,9	4,1	48,8	235	11,5
NPK під запл. урож.	без інокуляції	10,8	4,6	49,7	225	11,2	12,5	4,3	53,8	237	12,8
Контроль (без добрив)	інокуляція	8,3	4,1	40,0	200	8,1	9,9	4,4	46,1	205	11,2
$P_{60}K_{60}$	інокуляція	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
$N_{60}P_{60}K_{60}$	інокуляція	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
NPK під запл. урож.	інокуляція	10,9	4,7	51,2	225	11,8	12,3	4,4	54,2	239	13,1

Аналіз елементів структури урожаю квасолі (табл.1) показав, що кількість бобів на рослині, зерен в бобі, маса насіння з одної рослини в залежності від мінерального удобрення суттєво не змінюється. Надмірне зволоження ґрунту протягом вегетації негативно вплинуло на варіанти з інокуляцією

Таблиця 2. Урожайність насіння квасолі залежно від добрив, ц/га (2006).

Норми добрива		Урожайність, ц/га	
		Глибина обробітку ґрунту, см	
		14-16	20-22
		середнє	середнє
Контроль (без добрив)	без інокуляції	11,7	12,4
$P_{60}K_{60}$	без інокуляції	12,5	14,1
$N_{60}P_{60}K_{60}$	без інокуляції	15,0	16,7
NPK під запл. урож.	без інокуляції	17,2	18,8
Контроль (без добрив)	інокуляція	11,6	12,0
$P_{60}K_{60}$	інокуляція	12,7	13,7
$N_{60}P_{60}K_{60}$	інокуляція	–	–
NPK під запл. урож.	інокуляція	17,2	19,6

Аналізуючи дані урожайності квасолі можна відмітити: в залежності від обробітку ґрунту вища урожайність спостерігалась на варіанті з оранкою 20-22 см. Так на контролі урожайність становила 12,4 ц/га, тоді як при оранці 14-16 см даний показник складав 11,7 ц/га, що на 5,6 % нижча. Дана тенденція відмічається і на 4 варіанті. При мілкому обробітку приріст урожаю становить 5,5 ц більше чим на контролі, при оранці 20-22 см даний показник становив 18,8 ц/га, що на 6,4 ц більше від контролю (табл. 2). При обробці насіння

інокулянтом урожайність була вищою на 4 варіанті при оранці 20-22 см і становила 19,6 ц/га, що на 35% більше від контролю.

Висновки

Низькі температури у період вегетації призвели до зниження урожайності. Але навіть при таких погодних умовах при обробітку ґрунту на 20-22 см урожайність квасолі була вищою і забур'яненість дещо меншою ніж при обробітку ґрунту на глибину 14-16 см.

Література

1. *Бабич А.О.* Світові земельні, продовольчі і кормові ресурси. - К.: Аграрна наука, 1996.- С.147-171.
2. *Бадина Г.В.* Возделывание бобовых культур и погода. - Л.: «Гидрометеоиздат», 1974. – 240 с.
3. *Бессонова А.С.* Влияние способов основной обработки почвы на активность микрофлоры // Обработка почвы в Молдавии. - Кишинев, 1960. – С. 124 – 156.
4. *Иванов Н.Р.* Фасоль. - М.: Сельхозгиз, 1961. – 278 с.
5. *Кибасов П.Т.* Обработка почвы. Культура фасоли и технология ее возделывания на зерно. - Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1979. – 234 с.
6. *Минюк П.М.* Фасоль. - Минск «Ураджай», 1991. – 93 с.
7. Методичні рекомендації. Технологія вирощування квасолі в Україні. – К.: 1994. – 35 с.

Стаття поступила до редакції 03.03.2008 р.; прийнята до друку 21.03.2008 р.

Турак О. Д. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри агрохімії і ґрунтознавства Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Рецензент: професор, доктор сільськогосподарських наук Волощук М.Д., завідувач кафедри агрохімії та ґрунтознавства Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника

УДК 631.10 + 615.3

ОБҐРУНТУВАННЯ І МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ДЕГРАДОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ КУЛЬТИВУВАННЯ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН В КАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ

М. Д. Волощук [1], ***М. А. Мазепа*** [2]
[1] Кафедра агрохімії та ґрунтознавства
Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника
[2]Кафедра біохімії
Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника

Вивчена доцільність та можливість відновлення родючості деградованих земель шляхом створення стійких в ерозійному відношенні лікарських фітоценозів, яка дасть високу економічну ефективність.
Ключові слова: *еродовані ґрунти, культивування, лікарські фітоценози*

Voloshchuk M. D., Mazepa M. A. The basis of using of degradation soil for cultivating medical plant in Carpathian. *The practicability and possibility of reconstruction degraded soil fertility by the created of stable (relatively to the erosion) medicinal fitocenosis was studied. It is also promise a high economical effect.*
Key words: *degraded soil, cultivating, medicinal fytocenisic.*

Вступ

Деградовані ґрунти поширені майже в усіх природних регіонах України, причому інтенсивність процесів деградації в останні десятиліття досить велика і досягає катастрофічних розмірів. Даючи низький економічний ефект в землеробському використанні, деградовані землі економічно приречені на повне відмирання [1]. Для відновлення родючості рекомендується вилучити їх з інтенсивного обробітку під природні кормові угіддя. Суть його полягає у створенні стійких в ерозійному відношенні біогеофітоценозів. Одним із таких перспективних напрямків, на наш погляд, є культивування лікарських рослин.

Об'єктом дослідження є деградовані землі, лікарські фітоценози Карпатського регіону.

Мета досліджень – обґрунтувати можливості використання деградованих земель для культивування лікарських рослин.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводились на деградованих землях науково-виробничих установ Івано-Франківської області, які за своїми природними умовами є аналогом для Карпатського регіону. В польовий період проводилося обстеження основних видів лікарських рослин, фенологічне спостереження за їх розвитком з врахуванням деградованості ґрунту, в камеральний період проводився облік урожайності і визначався їх якісний склад.

Результати і обговорення

При виборі лікарських рослин для вирощування їх на деградованих ґрунтах виходимо з наступних принципів:

- відповідність рослин до ґрунтового покриву, тобто збереження природного ареалу поширення даної рослини;
- легкість культивування;
- перевага добре вивченим в хімічному та біологічному відношенні лікарським рослинам, які мають широке застосування в медицині, і збут лікарської сировини буде безпроблемним в зв'язку з потребою в них;
- перспективність лікарської рослини для подальшого наукового вивчення її хімічного складу та біологічних ефектів;
- належність лікарської рослини до списку Червоної книги Європи, України та області з метою збереження та відтворення видів.

На основі аналізу експериментальних даних і літературних джерел були згруповані родини лікарських рослин, які добре зростають та заселяють певні види ґрунтів. Так Бобові, Розові, Айстрові культивуються практично на всіх видах ґрунтів. Айстрові (Asteraceae) та Розові (Rosaceae) добре проростають на перезволожених, еродованих, піщаних ґрунтах, а також на гірських породах, кар'єрах, ярах; Гречкові (Polygonaceae), Бобові (Fabaceae) - лише на кам'янистих та перезволожених ґрунтах; Родина Ароїдних (Agacaceae) проростає на заболочених ґрунтах, однак, враховуючи широке застосування в медицині аїру болотного (Acorus calamus L.) через його властивість тонізувати та збуджувати травлення, великі площі заболочених ґрунтів в Карпатському регіоні, вважаємо перспективним є культивування лікарських рослин цієї родини [2].

На еродованих ґрунтах можна вирощувати вовчуг польовий (Ononis arvensis L., Fabaceae), гадючник шестипелюстковий (Filipendula vulgaris Moench.), оман високий (Inula helenium L.), полин звичайний (Artemisia austrica J.)

На кам'янистих ґрунтах перспективно культивувати арніку гірську, бадан товстолистий, волошку синю (Centaurea jacea L.), гірчак березковидний, (Polygonum convolvulus L.). Серед цих рослин є лікарські, біологічна активність яких вивчена досить глибоко і вони знайдуть практичне значення, це - волошка синя, барбарис звичайний, брусниця. Разом з тим рослини, біологічні ефекти яких мало вивчені, є перспективними для наукових досліджень та медицини. В першу чергу це стосується арніки гірської, яка здавна використовується в народній медицині. Однак її вплив на імунну систему вивчається лише в поодиноких лабораторіях і нещодавно виявлено противірусний ефект.

На кислих ґрунтах доцільно вирощувати тирлич жовтий (Gentiana pneumonanthe L.), вовчі ягоди звичайні (Daphne mezereum L.), підлісник європейський (Sanicula europaea L.); на піщаних - можуть проростати арніка гірська, верес звичайний, мильнянка лікарська.

На землях, зруйнованих промисловими виробітками, зсувами та ярами як показали дослідження можна вирощувати акацію білу, буркун лікарський (Melilotus officinalis L.), в'язіль барвистий (Coronilla varia l), мелісу лікарську, перстач повзучий (Potentilla reptans L.), полин звичайний (Artemisia austrica Jacq.), цикорій дикий (Cchorium intybus L.). Для збереження ландшафту і попередження зсувів доцільно засаджувати на цих площах акацію білу та калину звичайну і вирощувати вищеперераховані рослини [2].

Найбільшу кількість лікарських рослин можна культивувати на перезволожених ґрунтах, це такі родини, як: айстрові (лопух справжній (Arctium lappa L.), сухоцвіт болотяний (Gnaphalium uliginosum L.), розові (парило звичайне (Agrimonia eupatoria L.), перстач прямостоячий (Potentilla erecta L.), зонтичні (дягель лікарський), ранникові (перестріч гайовий, наперстянка великоквіткова (Digitalis grandiflora Mill.), жовтецеві (горицвіт весняний (Adonis vernalis L.), жостерові (крушина ламка), звіробійні (звіробій звичайний (Hypericum perforatum L.), губоцвіті (материнка звичайна), лілійні (пізньоцвіт осінній), конвалія звичайна.

Вирощування на зволожених ґрунтах кущів крушини та глоду не вимагає особливого догляду та не буде складати великих економічних затрат. Культивування лопуха як лікарської рослини не є необхідністю, а достатньо лише організувати коректний збір сировини [3].

Як видно з наведених вище даних, на деградованих землях є можливість вирощувати як поширені лікарські рослини, так і ті, що віднесені до Червоної книги України та Європейського Червоного списку (арніка гірська, волошка карпатська, тирлич жовтий, жовтець карпатський, медунка Філярського тощо). Серед лікарських рослин, що пропонується вирощувати на еродованих землях, є багато таких, що містять цінні біологічно активні речовини (4, 5, 6) і яких потребують підприємства різних галузей фармації України – 7 заводів, 27 фармацевтичних фабрик, аптечна мережа, приватні фірми, навчальні заклади.

Висновки

Проведений аналіз експериментальних досліджень та літературних джерел свідчить про можливість використовувати деградовані землі в Карпатському регіоні України з високою економічною ефективністю шляхом вирощування на них лікарських фітоценозів.

Література

1. *Волощук М. Д., Турак О. Ю.* Деградація ґрунтів Карпатського регіону України Науковий вісник Чернівецького університету. Серія Біологія. – Вип. 257. – 2005. – С. 57 – 60.
2. *Приходько М. М. (ред.)* Лікарські рослини Івано-Франківської області. – Івано-Франківськ, 2002. – 416 с.
3. *Ковальов В. М (ред.)* Фармакогнозія з основами біохімії рослин. – Харків: Прапор, 200.–703 с.
4. *Яремій І. М., Григор'єва Н. П., Мещишен І. Ф.* Біологічно активні речовини настоянки арніки гірської // Фармацевтичний журнал.-2000.-№1.-С.101-105.
5. *Маковецька О. Ю.* Дослідження біологічно активних речовин видів роду звіробій (Hypericum L.)// Фармацевтичний журнал. - 2000. - №5. - С. 40-47.
6. *Марчишин С. М* Фармакологічні властивості біологічно активних речовин, що входять до складу порію повзучого (Agropyron repens) // Фармацевтичний журнал.-2004. - №2. - С.31-39.

Стаття поступила до редакції 03.03.2008 р.; прийнята до друку 21.03.2008 р.

М. Д. Волощук – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри агрохімії та ґрунтознавства Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.
М. А. Мазепа – доктор медичних наук, професор кафедри біохімії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Рецензент: професор, доктор біологічних наук Лущак В.І., завідувач кафедри біохімії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника

УДК 633.853.494:631.582.9

ОЗИМИЙ РІПАК В ҐРУНТОЗАХИСНИХ СІВОЗМІНАХ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

М. М. Климчук [1], ***С. М. Климчук*** [2]

[1] Кафедра агрохімії та ґрунтознавства Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника
[2]Івано-Франківський обласний державний проектно-технологічний центр охорони родючості ґрунтів і якості продукції

Дано більш повну ґрунтозахисну оцінку озимого ріпаку в спеціалізованих зерно-ріпакових сівозмінах. Визначено вплив озимого ріпаку на протиерозійні процеси ґрунту в умовах Прикарпаття.

Ключові слова: *ріпак, ерозія.*

Klymchuk M. M., Klymchuk S. M. **The winter rape in soil protection rotation in West Ukraine.** *In this article was present of estimation of soil protection of winter rape in special crop rotation. Was defined the influence of winter rape on anti erosion process of soil in Precarpathian.*

Key words: *rape, erosion.*

Вступ

На Прикарпатті в зв'язку з особливістю рельєфу і характером опадів поверхневе змивання ґрунту перевищує природне ґрунтоутворення. Це часто спостерігається на схилових землях, де проливні дощі змивають ґрунт і на поверхню виступають менш родючі шари, а то й материнська порода. За масштабами і швидкістю шкодочинності, що завдається сільському господарству, ерозію ґрунту відносять до першої категорії, всі інші фактори поступаються їй. Шкодочинність ерозії залежить від крутизни схилу, інтенсивності дощу, способів обробітку ґрунту, вирощуваних сільськогосподарських культур. Під природною рослинністю і травами ерозія ґрунту майже відсутня, під культурами суцільного посіву вона мінімальна, а під просапними культурами і на ріллі вона сягає максимальних втрат.

Результати і обговорення

Ґрунтозахисні технології вирощування сільськогосподарських культур на силових землях базуються на побудові валів, терас, застосуванні спеціальних сівозмін, мінімального обробітку ґрунту, добрив, забезпечення захисту ґрунтів від ерозії і відновлення їх родючості [2].

Ефективного захисту ґрунту можна досягти при вирощуванні в спеціалізованих сівозмінах культур з вузькими міжряддями, зокрема озимого ріпаку, озимої пшениці інших зернових, а також в проміжних посівах гірчиці білої сортів «Надія», «Підпечерецька», сорту озимої суріпиці «Вікторія».

Впровадження спеціалізованих зерно-ріпакових сівозмін в передгірських районах Карпат - ефективний засіб захисту ґрунтів від водної ерозії та збереженні його родючості. Це пояснюється тим, що культури в спеціалізованих зерно-ріпакових сівозмінах (озимий ріпак -озима пшениця; озимий ріпак - озима пшениця - конюшина - озима пшениця) підтримують на полі постійний рослинний покрив на протязі всього теплого періоду року.

Дослідження останніх років виявили, що насичення спеціалізованих ґрунтозахисних зерно-ріпакових сівозмін озимим ріпаком від 16,7 до 33,4% забезпечує вихід високоякісного насіння з гектара сівозмінної площі в 2 рази, а до 50% - в 2,5 рази [4]. При цьому зберігається родючість ґрунту і фітосанітарний стан посівів. Таким чином, впровадження спеціалізованих зерно-ріпакових сівозмін на силових землях господарствами з різною формою власності (колективною, орендною, фермерською) дає значні резерви для збільшення виробництва насіння ріпаку та зернових культур, поліпшує фінансовий стан виробників.

В переважній більшості країн Європи, де вирощують ріпак, спостерігається тенденція до зменшення ширини міжрядь у посівах цієї культури. Встановлено, що при ширині міжрядь 22,5 см урожайність насіння складала 38,5 ц/га, 33 см - 36,4 ц /га і при ширині міжрядь 50 см -34,2.

За багаторічними даними досліджень Інституту хрестоцвітих культур на дерново-опідзоленому поверхнево-оглеєному ґрунті, що містить 2,6 - 2,8% гумусу, урожайність насіння ріпаку при ширині міжрядь 15 см складала 30,9 ц/га, при міжрядді 30 см - 28,6 ц/га, 45 см - 26,2 ц/га [3].

За оцінкою Лісецького Ф.Н. ґрунтозахисна дія рослин ефективна при проектному покритті вегетативною масою поверхні поля не менше 70%. Як свідчать результати проведених досліджень, в другій - третій декаді вересня після посіву озимого ріпаку (20 -25 серпня), рослини листовою поверхнею проектно перекривали ґрунт на 70 - 75 %. При відновлені вегетації ранньою весною і до наливу насіння в стручках, проектне перекриття вегетативною масою сягало до 90 %. При такому перекритті поверхні поля в посівах ріпаку енергія інтенсивного дощу сповільнюється у 4-6 разів [7].

Потужна коренева система ріпаку, яка в фазі 3-5 листків, проникала в ґрунт до одного метра і утворювала 4-5 скелетних розгалужень, а в фазі стеблування з весни проникала на глибину 1,5 - 2,0 метра зміцнювала ґрунт і одночасно збільшувала водопроникність його з поверхні поля в нижні шари на 25 - 30 %. Зміна показників швидкості водопроникності пояснюється зміною агрегатного стану, щільності та об'ємної маси ґрунту [9]. Таким чином посіви ріпаку здатні запобігати змиву ґрунту до 20 т/га на схилових землях крутизною 4-6° [1].

На полях, що зазнають ерозії, часто відчужується значна кількість органічної маси пожнивних рослинних решток. При збиранні урожаю насіння ріпаку на полі залишається 75 - 80 центнерів соломи, яка не представляє кормової цінності, бо містить 0,07 - 0,08 кормових одиниць. Тому заорювання такої кількості соломи в ґрунт буде рівнозначно внесенню 6-8 т/га високоякісного гною. Це сприяє підтримці бездефіцитного балансу гумусу, та разом з тим попереджує розвиток водної ерозії ґрунту.

Для мульчування ґрунту використовують навіть не подрібнену солому у валках після збирання зерновим комбайном. Така технологія не

вимагає додаткових затрат на подрібнення і розкидання соломи [5, 6]. Використання мульчі із соломи при схилі 3-х градусів знижує швидкість стоку в 3,7 рази, при схилі 7-ми градусів в 1,9 рази [8].

Висновки

1. Впровадження у виробництво ґрунтозахисних спеціалізованих зерно - ріпакових сівозмін з короткою ротацією (озимий ріпак - озима пшениця; озимий ріпак - озима пшениця - конюшина - озима пшениця) запобігає водній ерозії ґрунтів на схилах до 7°.
2. Мульчування поверхні поля соломою ріпаку, після збирання урожаю насіння зерновим комбайном, істотно запобігає змиву ґрунту на схилових землях та сприяє збереженню його родючості.

Література

1. *Амбарцумян Д. В. (ред.)* Возделывание и использование озимого рапса на Северном Кавказе. Рекомендации. - М.: Россельгозиздат, 1981. - С.4-5.
2. *Волощук М. Д., Турак О. Ю.* Еколого-адаптивна ґрунтозахисна система землеробства у Західному регіоні України // Матеріали міжнародної наукової конференції «Екологія і проблеми адаптивно-ландшафтного землеробства». - Житомир, 2005. - С. 7 - 11.
3. *Гайдаш В. Д., Ковальчук Г. М., Дем'янчук Г. Т.* Ріпак - культура великих можливостей. - Ужгород: Карпати, 1986. - С. 23 - 25.
4. *Климчук М. М., Мартинів М. В., Матвійчук О. В. та ін.* Спеціалізовані сівозміни для озимого ріпаку//Землеробство. Міжвідомчий темат. наук. зб. - К.: Урожай, 1995. - № 70. - С.45-50.
5. *Ломакин М. М.* Мульчирование соломой //Земледелие, 1980. - № 6. -С.26-27.
6. *Ломакин М. М., Солошенко В. М.* Экономическая эффективность мульчирования склоновых земель // Земледелие, 1988. - № 9. - С.54.
7. *Лисецкий Ф. Н.* Почвозащитное земледелие в США // Земледелие, 1991. - №4. - С.75.

8. *Моисеенко А. А., Шадрин А. В.* Вопросы технологии возделывания с-х. культур в Приморском крае // Р.Ж., Земледелие. Агрохимия. - М.: ВНИИТЗИАгропом, 1992.-№ 5.-С.11.
9. *Покудин Г. П.* Удобрение и водопроницаемость почвы // Земледелие. -1988.- № 7. - С.41.

Стаття поступила до редакції 03.03.2008 р.; прийнята до друку 21.03.2008 р.

Климчук М. М. - кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри агрохімії та ґрунтознавства Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.
Климчук С. М. – молодший науковий співробітник Івано-Франківського обласного державного проектно-технологічного центру охорони родючості ґрунтів і якості продукції.

Рецензент: професор, кандидат геолого-мінералогічних наук Сєльський В.К., професор кафедри агрохімії та ґрунтознавства Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника

ПАЛЕОНТОЛОГІЯ

УДК 351.853 (477) + 562 (07)

СТРАТИГРАФІЧНА ПАМ'ЯТКА «ЧУДО СТАРУНЯ» ТА ЇЇ ГЕОЛОГІЧНЕ МИНУЛЕ

В. К. Сельський
Кафедра агрохімії та ґрунтознавства Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника

Назва села Старуня Івано-Франківської області уже багато років не сходить із шпальт преси та окремих наукових видань. Воно відоме тим, що в його околицях зосереджені значні запаси озокериту, які у минулому видобувались, унікальними палеонтологічними знахідками тварин льодовикового періоду, виникненням тут 1977 року грязевого вулкану. У роботі автор висловлює своє бачення на природно-геологічні умови, які стали причиною такої унікальності цього маленького клаптика території.
Ключові слова: *озокерит, льодовиковий період.*

Selskiy V. K. **«Wonderful Starunja» and its Geological Past.** *The village of Starunja in Ivano-Frankivsk region has been constantly written of in newspapers and some scientific periodicals for many years. It is famous for having ozokeryt mines on its territory and for unique paleontological discoveries of Ice-Age animals made there. The village is also famous for the settlements of the pre-historic man found on its territory and for the starting of dirt volcano in 1977. The author shows his evaluation of the natural-geological conditions that made this small spot so unique.*
Key words: *ozokeryt, Ice-Age animals.*

Назва цього села уже багато років не сходить із шпальт преси та окремих наукових видань. У останній час навіть пропонується околиці села зарахувати до одного із семи природних чудес України. А академік ІФНТУНГу Олег Максимович Адаменко йде ще дальше, пропонує на базі Старуні створити еколого-туристичний центр «Парк льодовикового періоду». І це повністю виправдано, але треба дуже багато зробити, щоб досягти поставленої мети.

Село Старуня знаходиться в 15 км на північний захід від міста Надвірна Івано-Франківської області, де протікає невеличка річка Великий Лукавець. Воно відоме розміщенням на його околицях покладів озокериту та унікальними палеонтологічними знахідками.

Озокерит виповнює тріщини і прожилки глинистих брекчієвидних (дроблених), сильно перем'ятих відкладів воротищенської свити (формувались 25-16 млн. р. тому), серед яких є також кристали солі і гіпсу. Крім того озокерит зустрічається в прошарках пісковиків, пори яких також ним насичені. Вилучення озокериту з пісковиків добивалися шляхом виплавляння його за допомогою занурення пісковиків у киплячу воду. Таким чином зруденіння озокериту в Старуні є двох типів жильне і пластове. Озокерит характеризується наступними властивостями: температура плавлення коливається в межах 54-91^{0}С; має густину 0.905-0.957 г/см^3; елементарний склад у %: для вуглецю 84.9-85.5 і для водню 14.06-14.5.

Перші повідомлення про видобуток озокериту в цьому районі відносяться до 1866 року. Уже тоді тут були колодязі глибиною до 60 м, з яких добували озокерит і до 180 тон нафти на рік. Видобуток озокериту тривав до 1955 (?) року з перервами в 1913-1923; 1928-1933 (рис. 1.); 1942-1953 роках. За час з 1887 до 1955 року добули на родовищі 4592.7 тон озокериту, а максимальний видобуток прийшовся на 1889 рік – 358.7 тони. Кінцево розробка велась шахтами глибиною до 250 м. Разом з тим у свердловинах озокерит встановлений навіть на глибинах в межах 700 метрів. Залишки старих штолень, шахт і колодязів бачимо на світлинах зроблених науковцями Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (рис. 2, 3.).

Одночасно з озокеритом на даній площі тривали пошуки нафтогазових покладів. Об'єктом пошуків були палеогенові відклади Старунської антиклінальної структури. Першу свердловину «Гревe-1», глибиною 180 м пробурили 1885 року і видобули з неї декілька бочок нафти. У 1897 році на площі знаходилось в бурінні ще 6 свердловин. 1901 року свердловина «Мецгер-3» на глибині 536 м зустріла нафтовий горизонт з високим тиском газу. Під час двогодинного фонтанування було викинуто 30 т нафти після чого прийшлося свердловину навічно заглушити. Інші свердловини через панування тут високих тисків також потрапляли в аварії і були ліквідовані. 1911 року розпочали буріння свердловини «Гео-1», яка досягла глибини 858 м і виявилась обводненою. Пізніше бурились поодинокі свердловини в 1923-1928; 1929-1932; 1936-1938 та 1940 роках, але і вони промислових запасів нафти не виявили. Виключення складала свердловина «Старуня-1» (1929 рік), в якій на глибині 848 м проявився сильний приток нафти та газу, але на глибині 580 м залишився не перекритим

потужний водоносний горизонт. Тому з 21 червня до 26 вересня свердловина викидувала нафту з водою і газом. За цей час було викинуто поверх 89 тон самої нафти. При такій ситуації свердловину прийшлося ліквідувати. З 20-х років минулого століття у пробуреній свердловині «Надія» просочується горючий газ, який від вогню загорається (рис. 4). Крім того на місці інших старих закинутих свердловин по сьогодні спостерігається просочування на поверхню глибинних пластових вод і нафти та виділенням горючого газу в результаті чого на поверхні утворюються своєрідні водно-нафтові багнюки (рис. 5, 6).

Та задовго ще до видобутку нафти і озокериту Галицьке Підкарпаття славилось своїми соляними копальнями. Вважається, що у XIII столітті уже головним джерелом поповнення князівської скарбниці Данила Галицького були доходи з «соляного мита». А соляні джерела та криниці повсюдно приурочені до смуги поширення воротищенських глинисто-піщаних товщ, серед яких, якщо озокерити зустрічаються на обмежених ділянках, то кухонні солі, а часом і калійні, практично повсюдно. Солі у цих породах залягають окремими лінзами, прошарками, пластами, але найчастіше у ролі цементуючої речовими, зв'язуючої уламки дроблених глин та пісковиків.

Таблиця 1. Можливі шляхи бокової міграції газу, нафти і пластових вод на основі положення ВНК і ГВК у покладах.

Ярус та лінії складок з Пн-Сх на Пд.-Зх	Майдансько-Космачський блок		Бабченсько-Бітковсько-Пасічнянський блок			
II/ фронталь-на	Відсутня	Виклинюється	Гвіздецька			Мнл.ВНК--1405-1765 Еоц.ВНК-1720
II/ друга	Дзвінячська	Склепіння-780, зруйноване, озокерит	Старунська ←	Склепін-ня-559, зруйнова-не, озокерит	Пнівська ←	Мнл.ВНК- -1470-2730
I/ фронтальна	Майдан-ська	Розкрита ерозією, вода пласт.	Битківська глибинна			Мнл.ВНК – - 1874; Еоц. ГВК - 2016.
II/ третя під I ярусом	Космачська	Мнл. ГВК- - 2272; Еоц. ГВК - - 2900.	Пасічнян-ська ←	Мнл. ВНК нижче – 4410.		
I/ друга	Луквінська	Розкрита ерозією, вода пласт.	Бабченсько-Молодьків-ська ←	Мнл. газовий Мнл. нафтовий	Старої Копаль-ні з уч. Діл ←	Мнл. нафтовий
II/ четверта під I ярусом	Росільнянська	Мнл. ГВК ?; Еоц. ГВК - - 2535	Розтокська	Бурінням не виявлена		
I/ третя	Богровська	Розкрита ерозією, вода пласт.	Газова	Мнл. газовий; ГВК не встановл.		
II/ п'ята під I ярусом	Луквінська другий ярус	Бурінням не виявлена	Зеленецька	Бурінням не виявлена		

Циркулюючи по них ґрунтові, підземні води, води від атмосферних опадів розчиняють солі і перетворюються в розсоли та ропу. На базі соляної ропи працювали чисельні солевипарювальні цехи, заводи, які поширені були вздовж всього Передкарпаття. На території Старуні і зараз є соляна криниця глибиною біля 20 метрів, з ропою з якої можна отримувати біля 300 г/літр кухонної солі і більше. Крім того ропа Передкарпаття може містити також високий процент брому і йоду. У Старуні ці елементи складають до 50 мг на літр. Місцеве населення в наші дні продовжує використовувати ропу в побуті, особливо під час соління м'ясних продуктів та квашенні овочів.

У монографії [4] автори повідомляють про віднайдені ними дані, в яких повідомляється, що ще у 1880-1890 роках під час видобутку озокериту в Старуні були виявлені останки великих тварин, але тоді їм ніхто не придав належної уваги.

Сенсаційну славу гірському селу принесла звістка 1907 року про знахідку тут добре збережених залишків вимерлих тварин-велетнів льодовикового періоду – мамонта та шерстистого носорога. Очевидно їхньому збереженню посприяло озокеритово-нафтове багно з соленою водою, у яке свого часу вони потрапили і законсервувалися.

Перша знахідка була зроблена 5 жовтня 1907 року М. Ломницьким. На глибині 12,5 м натрапили на кістки скелету великої тварини. Нею виявився мамонт. Крім скелету було знайдено фрагмент його шкіри розміром 3.2 × 1.34 м з волоссям. Шкіра мала товщину до 15 мм. Поряд були залишки тіла представлені м'язами і сухожиллям. Все це 7 листопада того ж року відправили до музею Львова, де знаходиться і тепер (рис. 7).

У листопаді 1907 року під час поглиблення розкопки на 5 м (17.6 м) виявили добре збережену ліву половину туші шерстистого носорога. Вона складалася з голови, вуха, шкіри і тіла (лівої сторони), лівої передньої ноги та двох рогів. Знахідка більше року зберігалася на руднику і тільки у липні 1909 року була доставлена до Львівського природничого музею (рис. 8). Одночасно ряд уцілілих органів даного носорога були законсервовані в ефірі і тим самим ми також їх можемо бачити сьогодні на вітринах львівського природничого музею (рис. 9).

Вдруге за Старуню заговорили лише 1929 року, коли експедиція Польської академії наук всього на віддалі 3,5 м від місця виявлення мамонта натрапили на повністю збережену самку шерстистого носорога. Місце проведення розкопок 1929 року показано на зробленій карто-схемі (рис. 10). На світлинах (рис. 11, 12) відображена церемонія підняття туші шерстистого носорога на поверхню. Положення в якому лежала тварина захороненою можна уявити на основі копії, зробленої із знятої гіпсової маски (рис. 13). Тіло лежало серед плейстоценових глин просочених нафтою і озокеритом. Туша даного шерстистого носорога мала в довжину 3,4 м, а висоту до плечей – 1,58 м. (рис. 14). Довжина голови складала 91 см (рис. 15). Судячи по нижній щелепі тварина була виключно травоїдною. Фрагмент шкіри цієї тварини зображено на наступній світлині (рис. 16). Знахідки поряд залишків шерсті дозволяють стверджувати, що тіло носорога льодовикового періоду було вкрите густою шерстю, яка надійно захищала його від холодів.

Одночасно під ногами самки виявили фрагменти третього носорога. Вони складалися з передньої частини черепа, зубів, щелепи, великої частини хребта, ребер та нижніх частин лап (рис. 17). Крім того тут же було виявлено лопатку ще четвертого молодого шерстистого носорога.

Другого носорога спочатку доставили на вокзал Станіслава, а потім швидким поїздом перевезли до Кракова. Це був грудень 1929 року. Тут він зберігається і сьогодні в музею історії природи (рис. 14).

1931 року до Старуні була споряджена нова експедиція, яка ще знайшла вухо та волосся другого носорога та частину недостаючих залишків скелету третього носорога.

Цікаво також і те, що всі разом рештки великих ссавців були виявлені на зовсім невеликій площі.

Всі п'ять тварин, як стверджують вчені, гинули у різний час у інтервалі від 14 тис. до 47 тис. років тому (мається на увазі до н. е.).

Слід до сказаного додати, що крім описаних знахідок попутно були виявлені фрагмент кістки гігантського оленя, останки зайців, полярної лисиці, арктичних сов, гризунів, жаб, комах, молюск та окремих рослин, які збереглись у нутрощах носорогів.

Залишається лише наголосити, що сьогодні гіпсові копії другого Старунського шерстистого носорога ми можемо зустріти в музеях Лондона, Токіо, Брюсселя, Австрії, Німеччини, Франції, Італії та інших країн.

2004 року з ініціативи професора Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу Олега Адаменка спільно з польськими колегами пошукові палеонтологічні роботи в Старуні були поновлені, однак на даний момент вони вагомих результатів ще не дали. Та пан Олег вірить, що тут будуть виявлені не тільки нові доісторичні тварини, але залишки кроманьйонської людини.

Адже свого часу тут уже велися археологічні пошукові роботи, якими вдалось встановити наявність на цій місцевості стоянок перебування давньої людини.

Нарешті району Старуні притаманне і незвичне геологічне природне явище. Ним є грязевий вулкан, який почав проявлятися 1977 року після землетрусу з епіцентром у румунських горах Вранча. Тоді на пагорбі виникло конусоподібне похиле підняття, на якому утворилися окремі міні кратери, з яких періодично вихлюпувалася грязь блідо-жовтого та жовтувато-сірого кольору одночасно з незначним викидом горючого газу. З того часу він «дихає» постійно, виносячи все нові порції грязі на поверхню. Зараз конічне підняття в діаметрі має біля 50 м. Спостереження показали, що проявлення його можуть то посилюватися, то послаблюватися. У числі перших дослідників даного вулкану була в ті роки професор тодішнього Івано-Франківського інституту нафти і газу Надія Хрисамфівна Білоус. Автором даного нарису були зроблені фотографії початкового прояву даного вулкану (рис. 18). На наступних світлинах ми можемо бачити вигляд цього ж вулкану в наш час (рис. 19, 20).

Надалі хочу висловити своє бачення на природні умови, які привели до збігу того ряду обставин на зовсім невеликому клаптику старунської землі.

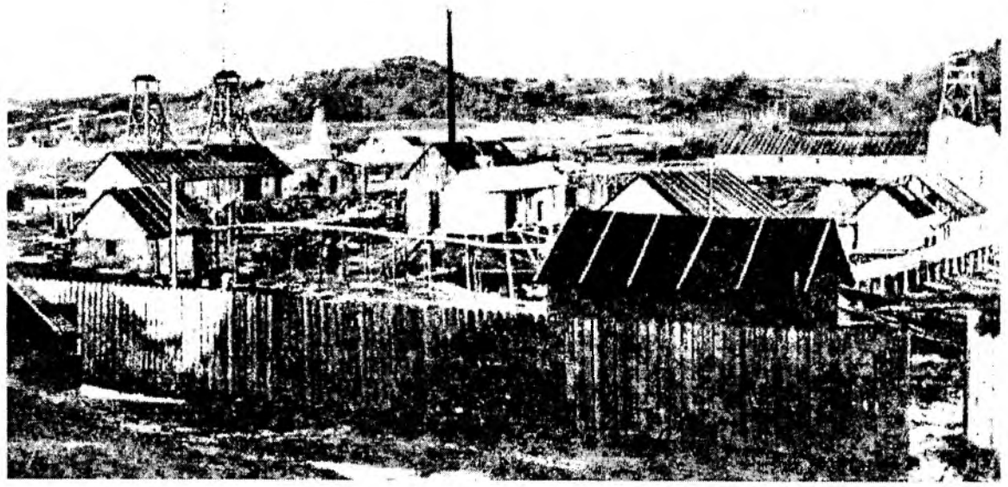


Рисунок 1. Озокеритова копальня в селі Старуня 1929 року.

Рисунок 2. Залишки старих штолень у Старуні, розмитих рікою Великий Луковець.

Рисунок 3. Залишки озокеритового Колодязя.

Рисунок 4. Газовий факел на старій нафтовій старунській свердловині.

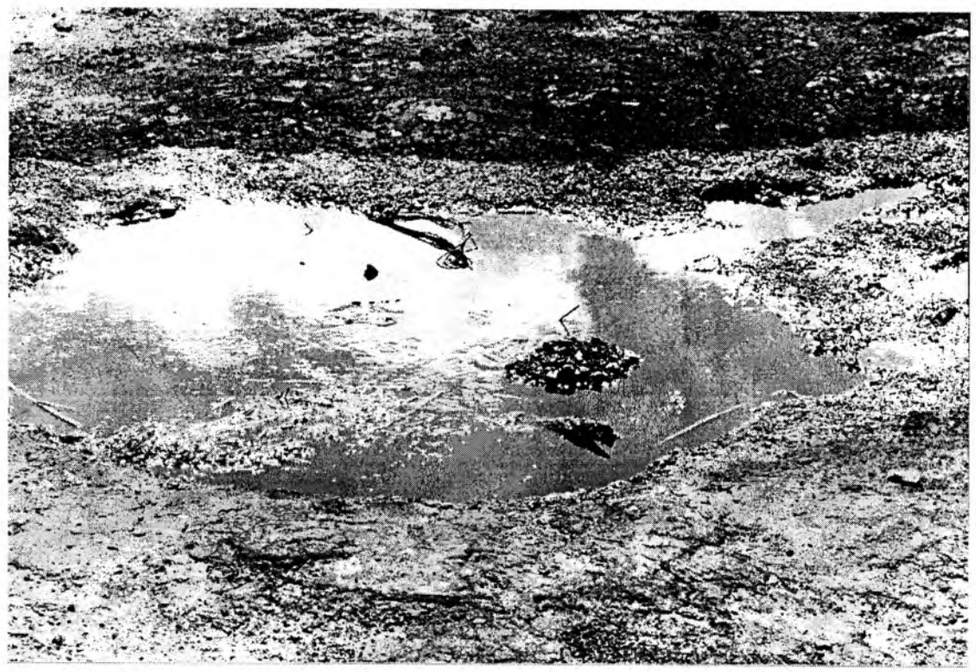


Рисунок 5. Водно-нафтова багнюка на місці старих свердловин.

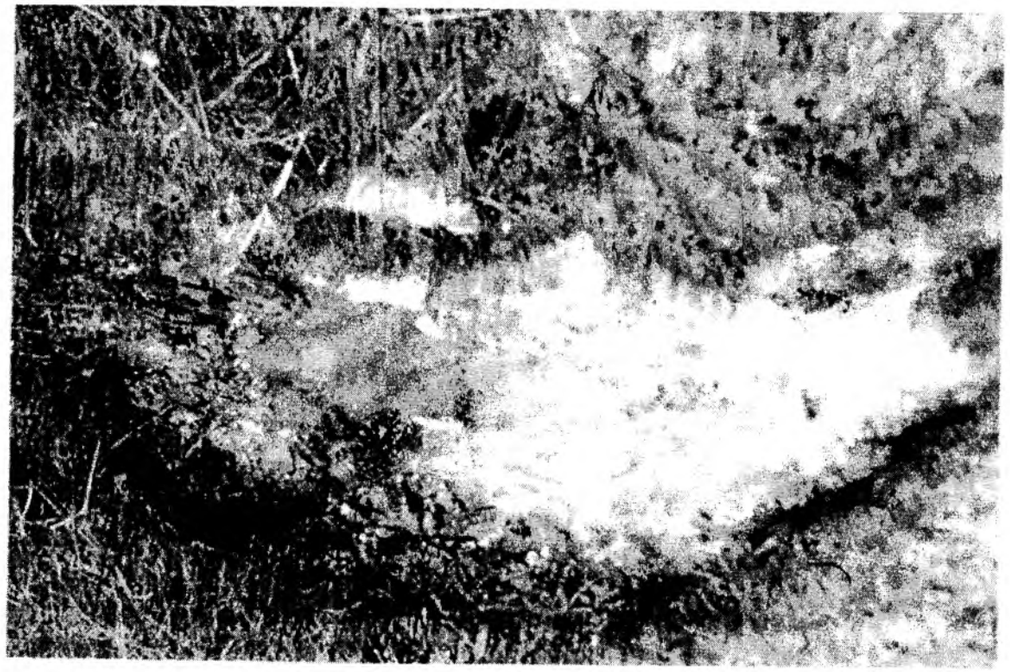


Рисунок 6. Друга водно-нафтова багнюка.

Рисунок 7. Скелет мамонта, виявлений в Старуні 1907 року. Львів. Природничий музей АН України.

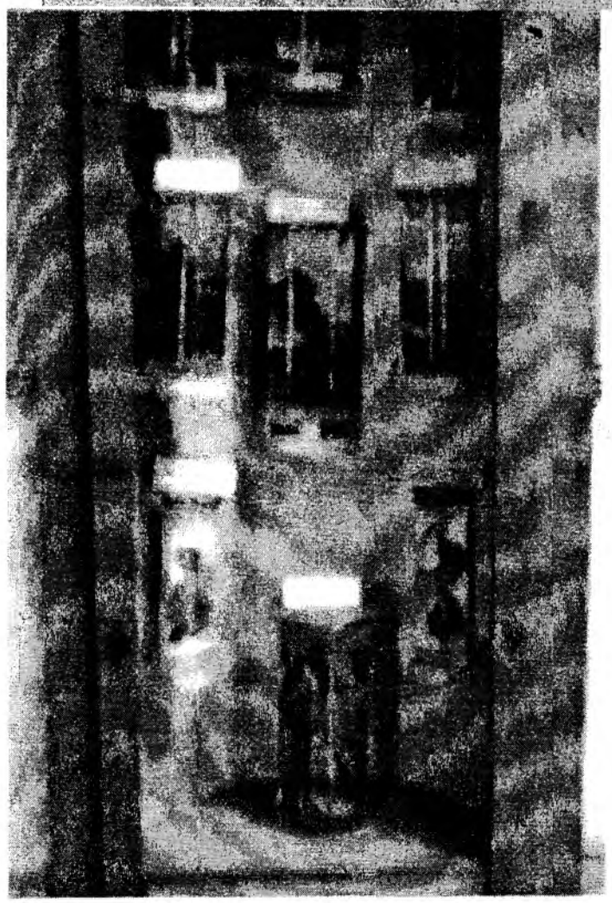


Рисунок 8. Ліва половина туші дворогого шерстистого носорога, виявленого в Старуні 1907 року.
Львів. Природничий музей АН України.

Рисунок 9. Окремі органи носорога законсервовані в ефірному розчині. 1907 р. Львів. Природничий музей АН України.

←

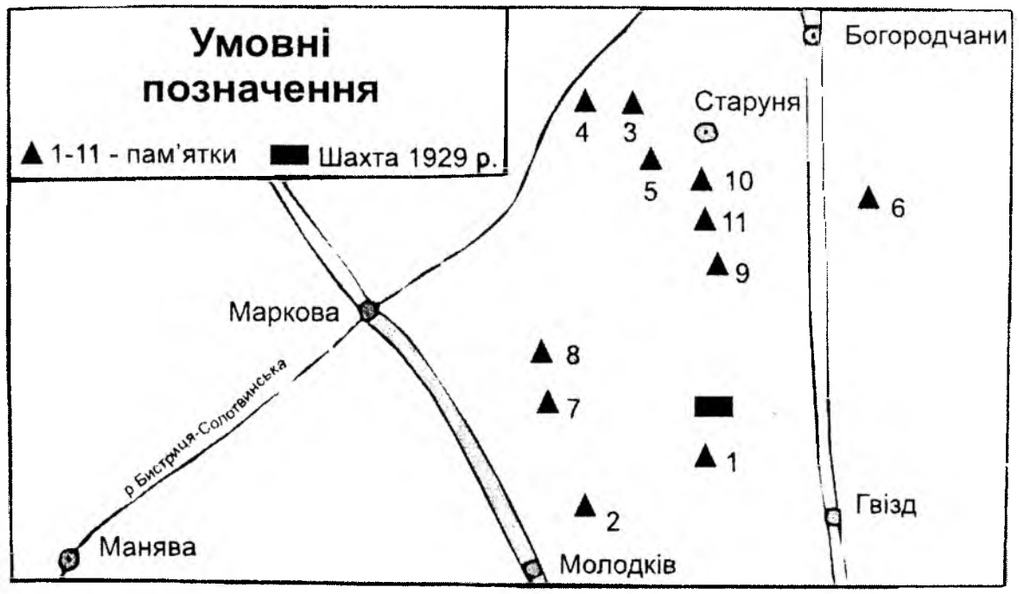


Рисунок 10. Карто-схема місць проведення розкопок шерстистих носорогів (1929 р.) та археологічних стоянок давньої людини.

Рисунок 11. Старуня. 1929 р. Перед підйомом виявленої туші шерстистого дворогого носорога.

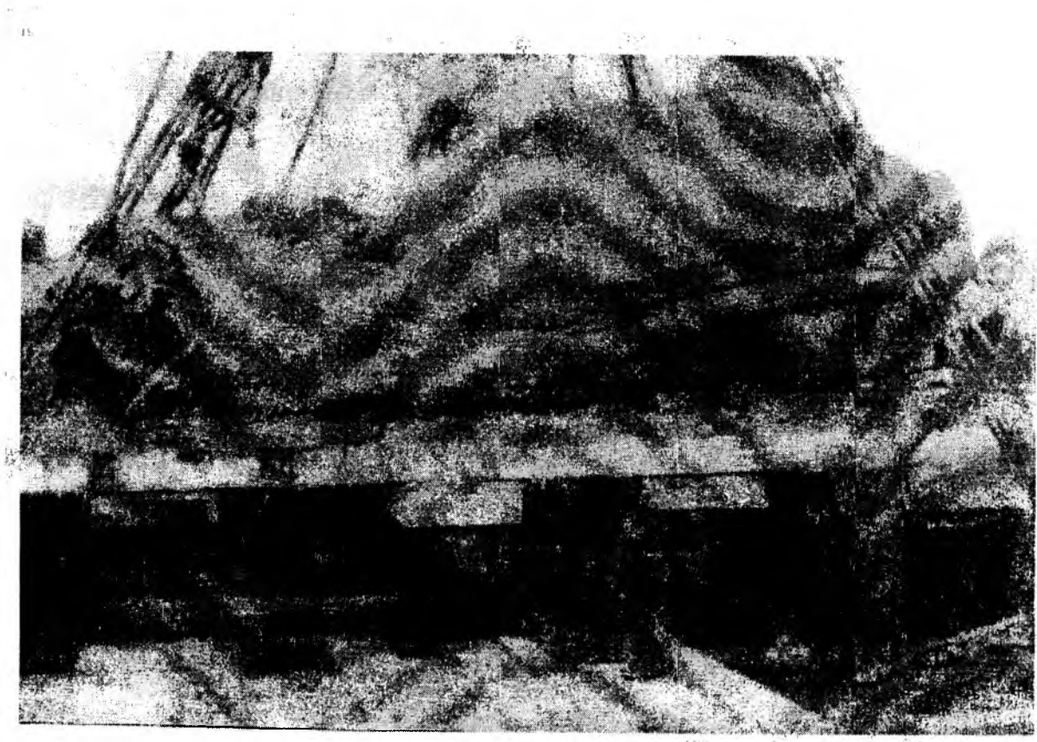


Рисунок 12. Старуня. 1929 р. Піднята із шахти туша шерстистого носорога для перевезення.

Рисунок 13. Гіпсова копія старунського носорога, в якому тварина лежала захороненою.

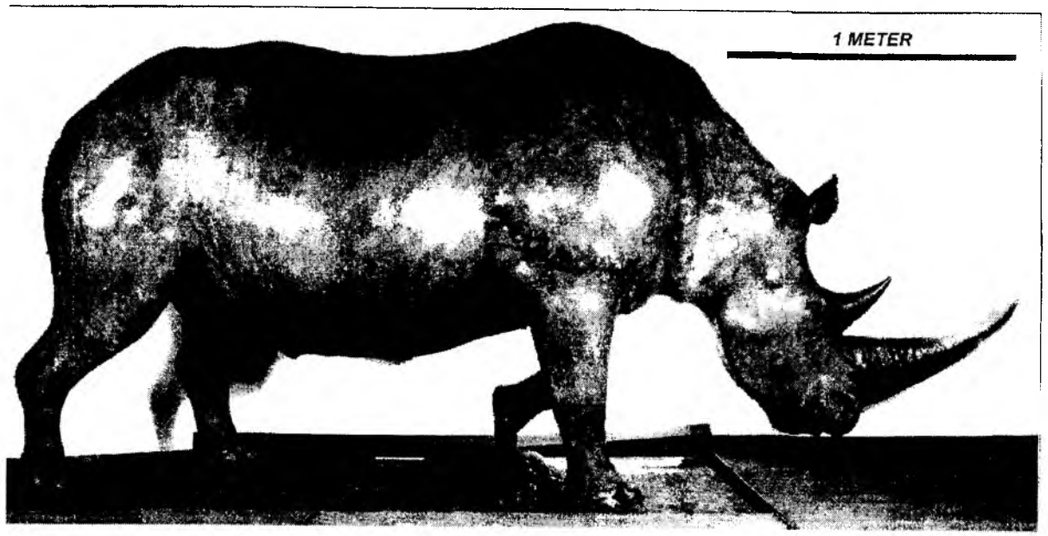


Рисунок 14. Краків. Так виглядав Старунський носоріг (виявлений 1929 р.) за життя.

Рисунок 15. Голова Старунського носорога зблизька.

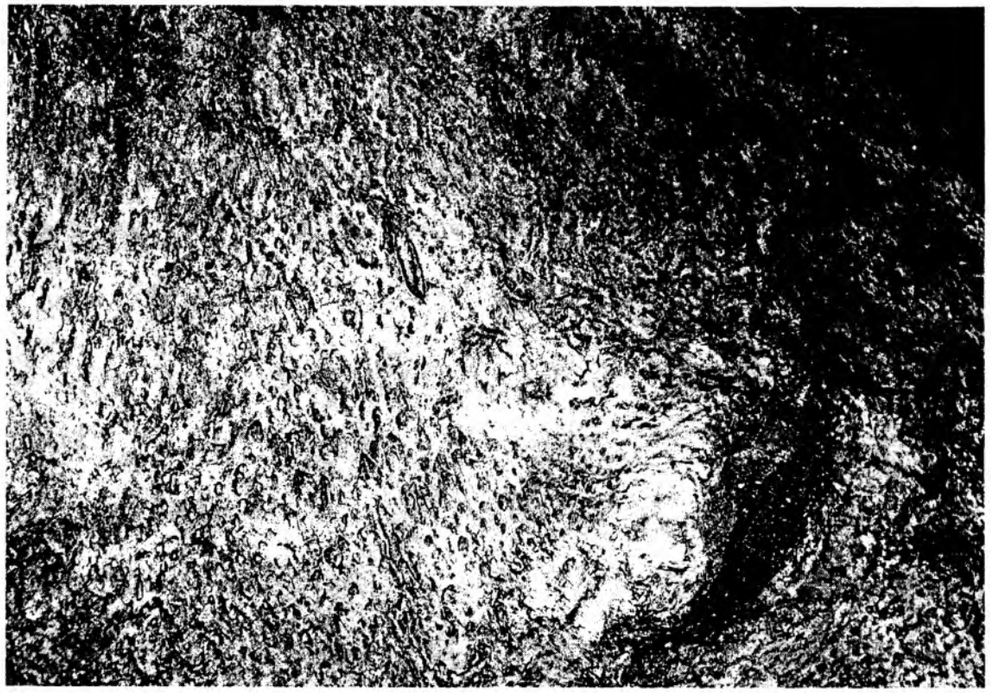


Рисунок 16. Фрагмент шкіри Старунського носорога, знайденого 1929 р.

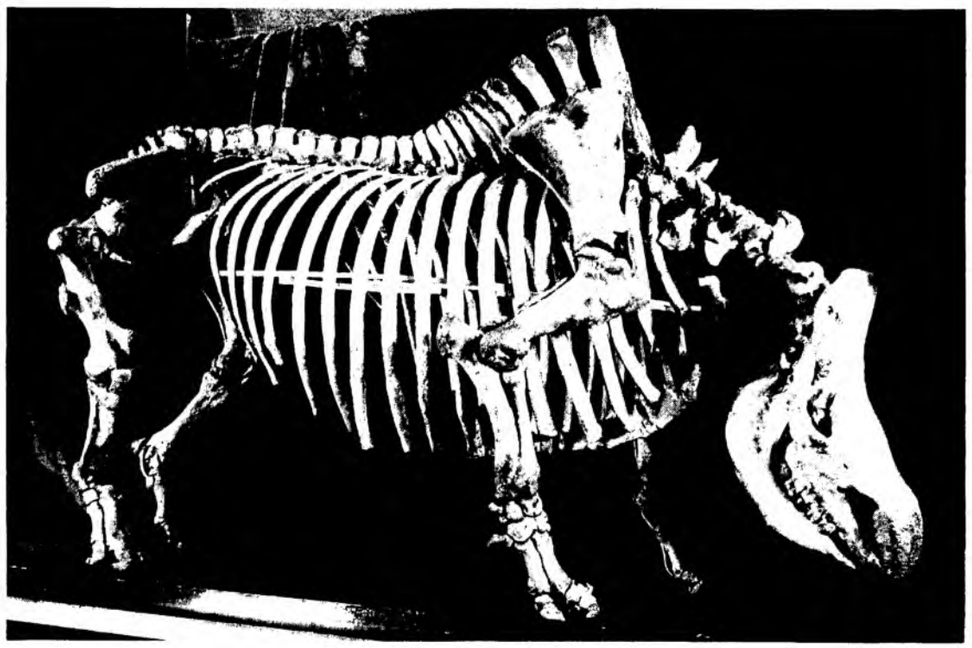


Рисунок 17. Краків. Скелет третього шерстистого носорога, виявленого 1929 р. у Старуні, відтвореного із кісток, що були знайдені поряд із тушею другого носорога.

Рисунок 18. Вигляд грязєвого вулкану в Старуні на початок його проявлення.

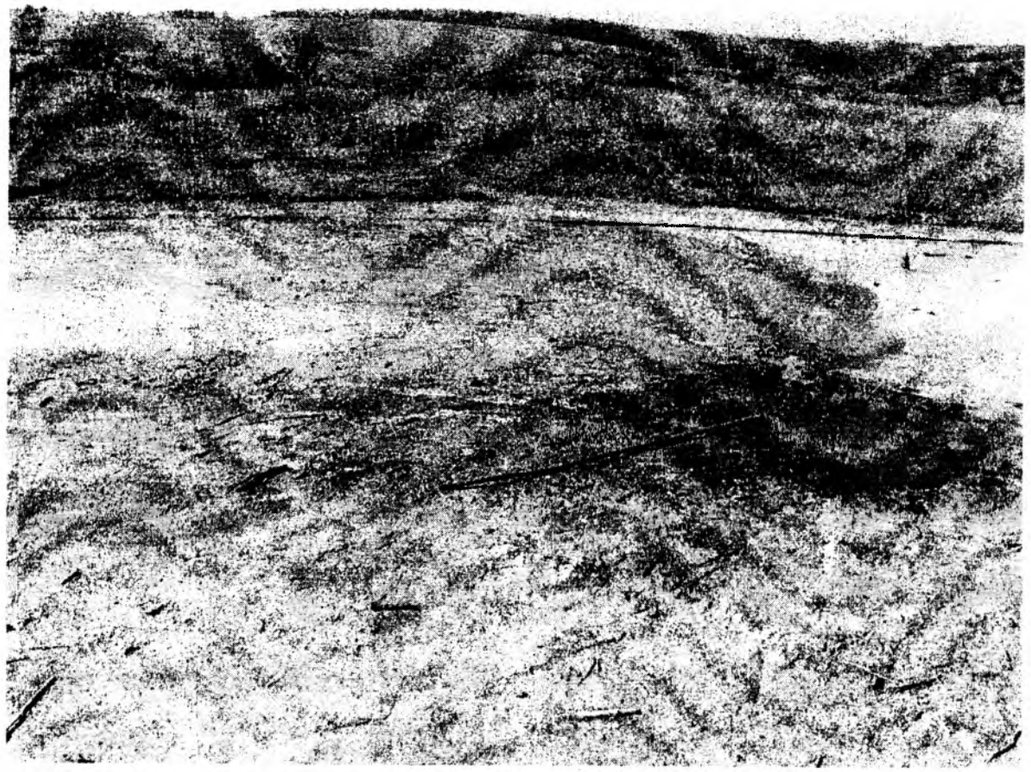


Рисунок 19. Так виглядає грязевий вулкан у наш час.

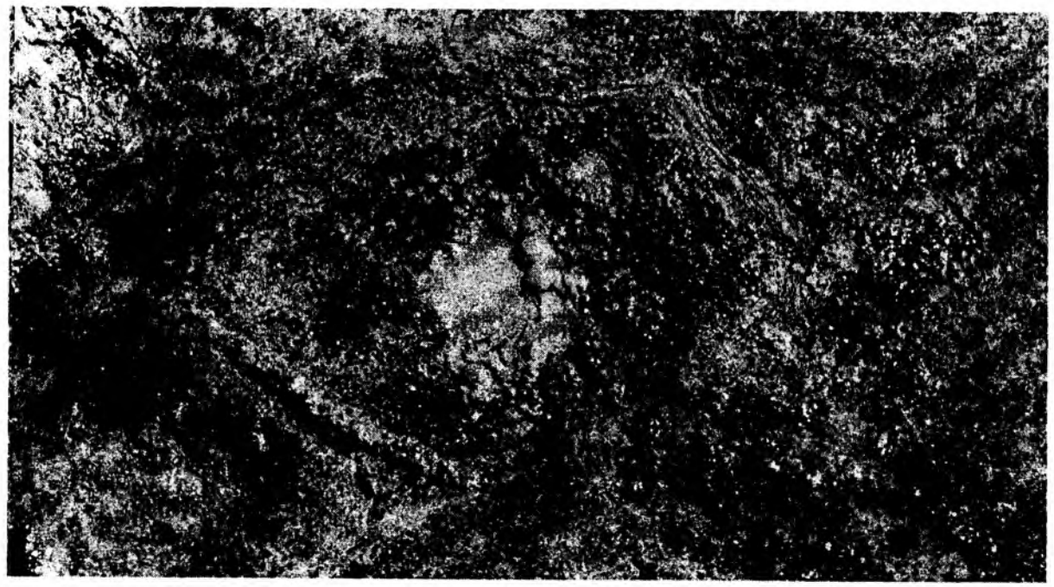


Рисунок 20. У кратері грязєвого вулкану.

Рисунок 25. На археологічних розкопках у Старуні.

Перш за все розглянемо просторове розміщення нафтогазових родовищ, які оточують площу Старуні. Всі нафтогазові родовища в цьому районі знаходяться в межах Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину і приурочені до палеогенових відкладів, які в результаті насувних процесів зім'яті у складки карпатського простягання, насунуті одні на одних, та утворюють два яруси (поверхи) складок (дивись геологічні розрізи і структурні карти двох поверхів) (рис. 21, 22, 23). Крім повздовжніх насувів і розривів складки розриваються поперечними розломами, які ускладнюють їх будову, утворюючи окремі блоки. Звичайно в межах структур серед палеогенових відкладів карпатського флішу (утворювалися протягом від 67 до 24 млн. р. тому) формуються по два окремих поклади вуглеводнів. Нафтогазовміщаючими породами перших покладів є палеоцен-нижньо- і середньоеоценові відклади (так звані ямненська, манявська та вигодсько-пасічнянська світи, відкладалися в інтервалі 67-47 млн. р. тому); другі поклади зосереджуються серед товщ олігоценових осадків (менілітова світа, формувались 38-25 млн. р. тому). Розділяє ці дві групи нафтогазових покладів 100-150 метрова товща щільних, непроникних глинистих порід верхньоеоценового віку (бистрицька світа, накопичувалася від 47 до 38 млн. р. тому). Роль непроникного покрову для олігоценових покладів відіграють моласові товщі так званих поляницької і воротищенської світ, які накопичувалися уже в неогеновий час (від 25 до 16 млн. р. тому) в умовах передгірського прогину. Так от, в тих місцях, де їх накопичення проходило на поверхню олігоцену складеного флішевими породами, то там моласові відклади відігравали роль непроникного покрову і зберегли нафтогазові поклади в олігоценових відкладах. В свою чергу, де покрив молас мав невеликі потужності, або був розмитий ерозійними процесами, то це приводило до руйнування вуглеводневих покладів. У межах досліджуваної території мова піде про складки двох поверхів Передгірського прогину і нафтогазові родовища приурочені до них, які знаходяться в межах двох блоків: Майдансько-Космачського та Бабченсько-Битківсько-Пасічнянського. Із структурних карт видно, що в першому блоці структури першого ярусу максимально підняті і еродовані до такої степені, що в склепінні Майданської та Сливкінської складок виходять на денну поверхню еоценові відклади. Природно, що тут колись як і були скупчення нафти і газу, то вони на сьогодні зруйновані. У межах Манявського поперечного розлому складки першого ярусу зазнають помітного занурення і як наслідок в їх крівлі збереглися міоценові глинисті моласи, які забезпечили надійне перекриття і збереження покладів вуглеводнів. Тому в Битківській глибинній складці олігоценові відклади є нафтоносними, а еоценові – газоносні. Відповідно ВНК (водо-нафтовий контакт) (таблиця 1, рис. 24) менілітоврго покладу відбивався на відмітці - 1874 м, а ГВК (газо-водяний контакт)

еоценового покладу на мінус 2016 м. У південніше розташованих складках першого ярусу від Битковської глибинної, Бабченській і Молодьківській у менілітових відкладах відповідно містились газовий і нафтовий поклади, а в ще південнішій Газовій складці – газовий поклад (рис. 22).

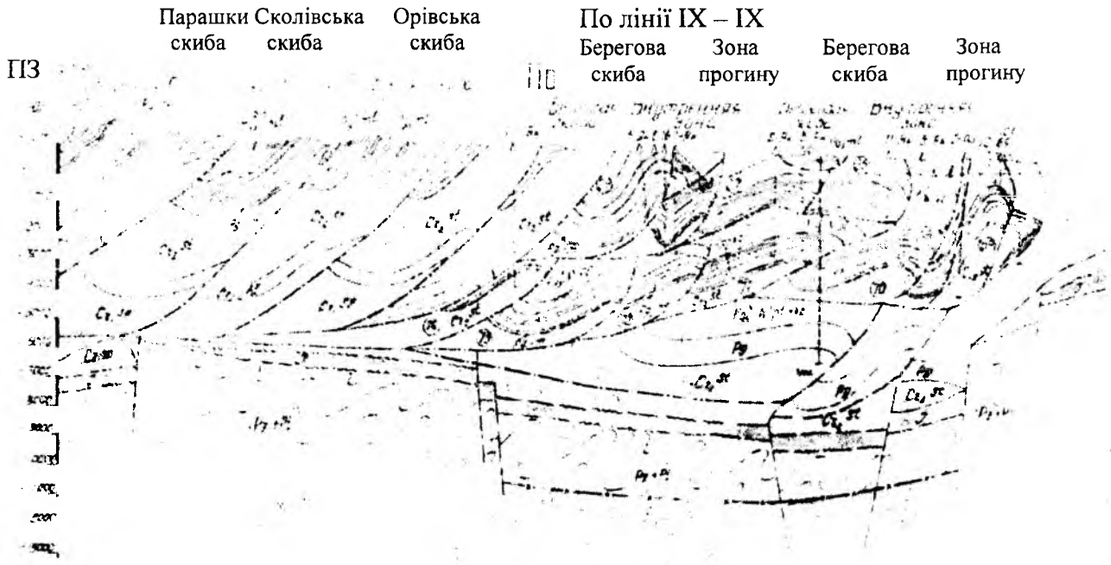
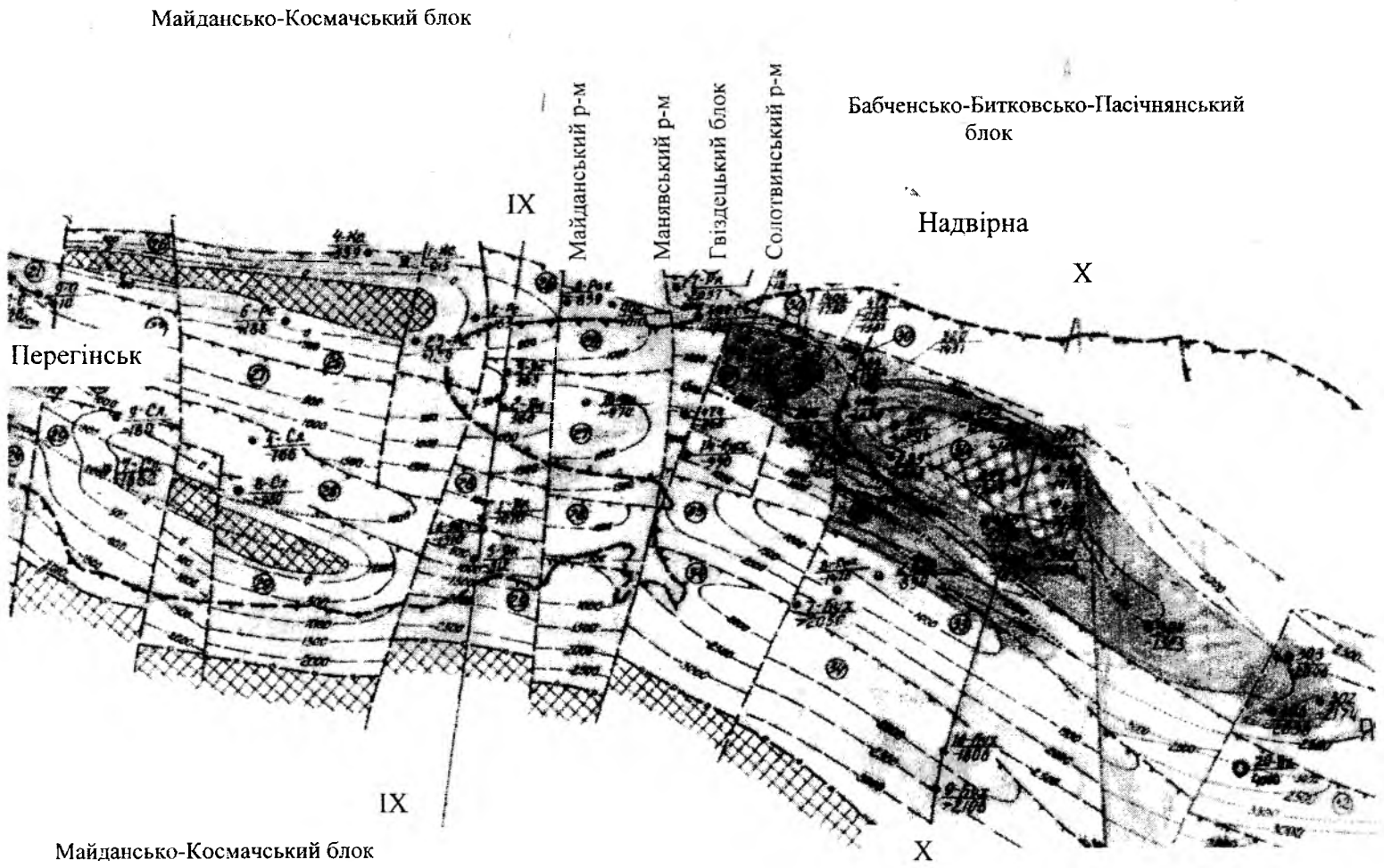


Рисунок 21. Геологічні розрізи через Передкарпатський прогин, побудовані з південного-заходу на північний-схід.

Серед структур другого ярусу (рис. 23) в Майдансько-Космачському блоці в Космачській і Росільнянській складках виявлено два газоконденсатних родовища. На Космачському родовищі ГВК менілітового покладу відбивався на абс. відмітці 2272 м, а еоценової – на 2900 м. На Росільнянському родовищі також два поклади, але якщо ГВК у менілітовому покладі точно не встановлений, то в еоценовому покладі відбивається на відмітці мінус 2535 м. По простяганню на південний схід (Бабченсько-Битківсько-Пасічнянський блок) на продовженні Космачської складки, встановлена Пасічнянська структура, у менілітових відкладах якої виявлено нафтовий поклад (із свердловини 452, з інтервалу 3846-4410 м, початково отримали приток нафти дебітом 120 т/добу і газу – 340 тис. $м^3$ / добу).

Структурна карта І ярусу складок Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину

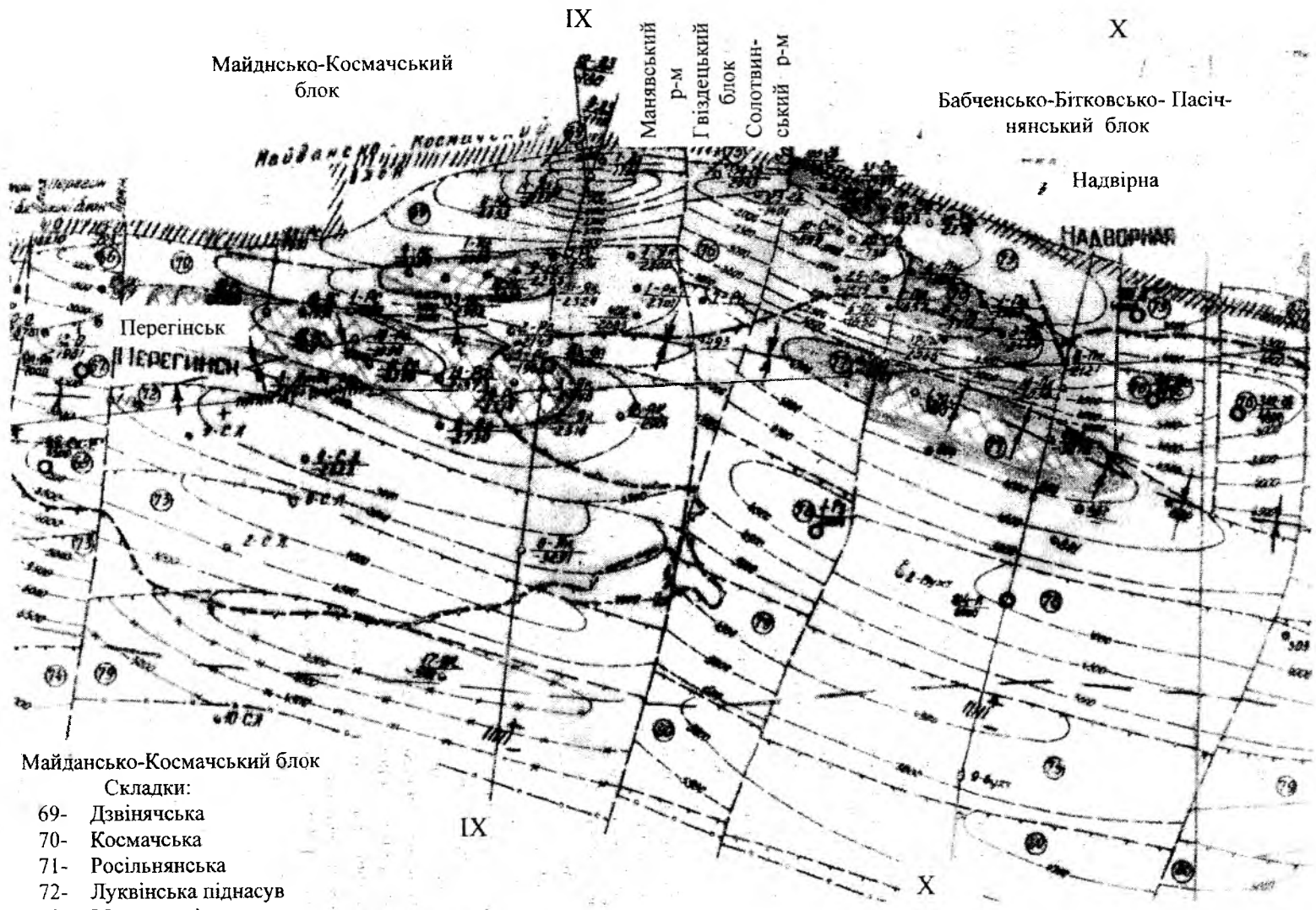


Майдансько-Космачський блок
Складки:
26- Майданська
27- Луквінська
28- Богровська
29- Сливки-Яблонька

Бабченсько-Бітковсько-Пасічнянський блок
Складки:
30- Битківська глибинна
31- Бабченсько- Молодьківська
32- Старої Копальні з участком Діл
33- Газова
34- Бухтовецька

Рисунок 22.

Структурна карта ІІ ярусу складок Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину



Майдансько-Космачський блок
Складки:
69- Дзвінячська
70- Космачська
71- Росільнянська
72- Луквінська піднасув
73 - Яблунька піднасув

Бабченсько-Бітковсько-Пасічнянський блок
Складки:
75- Гвіздецька
76- Старунсько-Пнівська
77- Пасічнянська
78- Розтоксська
79- Зеленецька
80- Хрепилівська

Рисунок 23.

У цих же блоках на північний-схід від Космач – Пасічнянськоїскладчастої лінії розвинуті Дзвінячська й Старунсько-Пнівська складки, а відтак ще північно-східніше – Гвіздецька складка. У Дзвінячській структурі склепінна частина (по крівлі еоцену) виявлена на відмітці мінус 780 м. Тут у свій час із менілітів і поляницьких відкладів вели незначний видобуток нафти, а з воротищенських видобували озокерит. На південний-схід за простяганням Дзвінячську складку змінює Старунсько-Пнівська. Склепіння останньої залягає на відмітці мінус 559 м (св. № 10 Старуня). Як уже було сказано із Старунської складки із міоценових відкладів також вели раніше видобуток озокериту. На південний-схід відбувається занурення даної лінії складок. У результаті складається враження, що Пнівська складка є перикліналлю Старунської структури, яка відсікається поперечним розломом. Очевидно, завдяки вище зазначеному поперечному розлому в менілітових відкладах Пнівської складки зберігся нафтовий поклад. Цікаво також, що в самій Пнівській структурі ВНК у південно-східному напрямку теж зазнає занурення від мінус 1479 до мінус 2730м. Максимально підняте склепіння складки встановлено свердловиною № 6-Пн. на відмітці мінус 1566 м. Таким чином нафтовий поклад Пнівського родовища представляє собою ніщо інше, як лише уцілілу частину колишнього великого родовища вуглеводнів Старунсько-Пнівської структури, яка збереглася від повного руйнування тільки завдяки наявності поперечних розломів, що зіграли роль екранів (рис. 24).

Найбільше висунутою у північно-східному напрямку в досліджуваному районі структурою є Гвіздецька, з якою пов'язане однойменне нафтогазове родовище. Скупчення нафти тут приурочені як до менілітових так і еоценових відкладів. Водо-нафтовий контакт в менілітовому покладі відбивається на абсолютних відмітках від мінус 1405 до мінус 1765 м, а в еоценовому покладі – на мінус 1720 м. Найбільше піднята частина склепіння менілітових відкладів у Гвіздецькій складці відповідає відмітці мінус 996 м.

Підсумовуючи нафтогазоносність у межах Майдансько-Космачського та Бабченсько-Битківсько-Пасічнянського блоків можемо заключити, що основна продуктивність пов'язана з останнім блоком, який є опущеним по відношенню до першого, а тим самим має набагато потужніші перекриття непроникними моласами нафтонасичених осадків палеогенового флішу. Тобто за допомогою молас створюються надійні пастки, захищаючі нафтогазові поклади від руйнування. Тому в південно-східному блоці в першому ярусі структур збереглось одне з найбільших родовищ вуглеводнів у Передкарпатті Битквської глибинної складки. У другому ярусі з останнім блоком пов'язані родовища Пасічнянське, Пнівське, Гнізд.

Що стосується Майдансько-Космачського блока, то в першому ярусі структур всі вони порожні, а в другому ярусі газоконденсатні родовища Космачське та Росільнянське збереглись тільки в структурах перекритих складками першого ярусу. У північно-східних складках другого ярусу Дзвінячській та Старунській, колись існуючі тут нафтогазові поклади були зруйновані, що привело до утворення озокеритів.

Розділяються розглянуті блоки Манявським і Солотвинським поперечними розломами, які зіграли немаловажну роль у збереженні, руйнуванні, міграції нафтогазових флюїдів.

На нашу думку процес формування покладів на першому етапі не ограничувався якимсь невеликим проміжком часу, а протікав протягом тривалого періоду. Наявність на Битківському родовищі в олігоценових відкладах нафтового покладу, а в підстилаючих, еоценових газоконденсатного, наводить на думку, що формувалися вони при різних структурних планах і, природно, в різний час. Відсутність поляницьких відкладів на Битківській структурі поверх менілітових відкладів, які б могли відігравати роль покришки, вказує на те, що олігоценовий нафтовий поклад міг утворюватися не раніше кінця воротищенського часу. Як було показано вище роль покришок крім міоценових відкладів, також виконували глинисті осадки верхнього еоцену. Тому зовсім можливо, що в еоценових відкладах нафтогазові поклади могли почати формуватися зразу після накопичення верхньоеоценових осадків. Що стосується олігоценових покладів вуглеводнів, то вони могли почати формуватися тільки після накопичення поляницьких або воротищенських осадків. Одночасно проведене співставлення потужностей міоценових відкладів, виконуючих роль покришок для олігоценових покладів показало наступне: на Росільнянському родовищі покришка міоценова складає всього 320 м, але це не завадило збереженню тут газоконденсатних покладів. Разом з тим у Дзвінячській структурі, товщина міоценової покришки складає понад 1000 м, і в той же час складка обводнена. Такі приклади не поодинокі. Тому це дозволило констатувати, що в Передкарпатському прогині наявність порід-покришок тільки забезпечує збереження покладів, але не дає жодної підстави говорити про їх визначальну роль на розміри, висоту і на розподіл по фазовому складу.

Якщо торкнутися питання пасток, то фактичні матеріали засвідчують наступне. Сприятливі структурні форми для накопичення вуглеводнів існували ще до насувних процесів і навіть у час осадонакопичення. З посиленням тектонічних рухів в олігоцені, особливо у передполяницький час (26-24 млн. р. тому), найбільш чітко відбулось розчленування структурного плану. Тоді в північно-східній частині флішеві утворення ще залягали одним ярусом, і були тут максимально піднятими, а в сторону Карпат зазнавали загальне занурення. Під час згаданих тектонічних процесів проходить переформування структурного плану. На північно-східній окраїні Карпат зароджується Передгірський прогин, який зазнає опускання, а з протилежної сторони інтенсивно рости гірська частина Карпат. Одночасно проходить підсування південно-західного краю прогину під Карпати. У результаті виникають інтенсивні насувні процеси покривного характеру, які приводять до зминання у складки, утворення розривів у замкових частинах структур, та виникнення трьох ярусів складок. На сьогодні бурінням повсюдно підтверджена наявність двох ярусів флішевих складок у Передкарпатському прогині, а третій – залишається проблематичним, так як ще ніде не був встановлений бурінням.

На початок поляницького часу (26 млн. р тому) на фоні загальної тектонічної будови отримують розвиток фрагменти сучасних структур. Про це засвідчує Старунсько-Пнівська складка (другий ярус), де в присклепінній частині під міоценом залягають нижньоменілітові відклади, а на крилих – середньоменілітові (тобто більш молоді породи). А це значить, що в максимально піднятій частині структури середньоменілітові відклади були розмиті і тим самим оголилися древніші за віком утворення, тоді як на крилах залишились – середньоменілітові. Подібна картина спостерігається в межах Битківської глибинної складки. Тут також у ядрі залягають більш древні утворення ніж на крилах. Подібне є не поодинокими випадками. У користь того, що нафтогазові поклади були сформовані ще до кінцевих складкоутворюючих процесів свідчить приклад, де в складках, які мають зірвані підвернуті північно-східні крила, то в них нафтогазові поклади присутні як у прямій частині структури так і в підвернутій. А це значить, що початково структура містила один поклад, та коли була розірвана, то поклад розділився на два: один – у прямій частині складки, а другий – у підвернутому зірваному крилі.

На кінець сарматського часу (7-8 млн. р. тому) кінцево завершується формування Передкарпатського прогину, разом з тим структурний план палеогенових відкладів у прогині остаточно набуває сучасних обрисів. У порівнянні з дополяницьким часом він суттєво відрізняється. Складки, що колись знаходилися на самому високому гіпсометричному рівні, виявилися найбільше зануреними і складають проблематичний третій ярус складок. Структури, що колись залягали дещо нижче від попередніх, сьогодні утворюють другий ярус складок, насунутих на третій ярус. Кінцево, структури, які формують насунутий верхній, перший ярус складок у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину, раніше залягали на найбільш низьких гіпсометричних відмітках і початково залягали на десятки кілометрів на південний-захід у глибину Карпат порівняно із сучасним положенням. У свою чергу, на структури першого ярусу Передкарпатського прогину насунуті породи, так званої Скибової зони Складчастих Карпат. Вони тепер займають тут найвище гіпсометричне положення, бо починаючи з неогену, коли розпочалося формування передгірського прогину, Карпатська частина у той час зазнавала інтенсивного підняття і пересування в північно-східному напрямку. Одночасно територія прогину зазнавала постійного опускання з підсуванням осадків прогину під покров Карпат, що кінцево привело до виникнення складчастих ярусів у так званій Бориславсько-Покутській зоні прогину.

Очевидно, з такими перебудовами і пов'язані зміни у пластових тисках. Зокрема, якщо в першому ярусі складок пластові тиски бувають дещо нижчі, рівні або незначно вищі за умовні гідростатичні, то в структурах другого ярусу вони, як правило, бувають аномально високими і перевищують гідростатичний на 100 атмосфер і більше. Виходячи з таких передбачень у складках третього ярусу варта чекати ще більші пластові тиски ніж у другому.

Як уже зазначалося вище структури кожного ярусу утворюють витягнуті лінійні ряди карпатського простягання у вигляді своєрідних ланцюгів, які розриваються поперечними розломами, розбиваючи складки на блоки відносно припідняті або опущені одні проти других. Поперечні порушення звичайно вважаються довгоживучими. По них неодноразово проходили і проходять зміщення як вертикального так і горизонтального спрямування під час різних тектонічних процесів (землетруси тощо).

Поперечні порушення в один час можуть виконувати роль екранів для збереження покладів вуглеводнів (коли граничать нафтонасичені пласти з екрануючими глинистими), в інший – можуть сприяти боковій міграції флюїдів з блоків опущених у припідняті (коли контактують пласти у притик з хорошими колекторськими властивостями обох блоків), можуть приводити до руйнування покладів (коли нафтогазовий поклад контактує з поперечним розломом, який має зв'язок через зону дроблення з денною поверхнею рельєфу), можуть приводити до обводнення покладів тощо. Так доказом існування бокової міграції вуглеводнів із опущених блоків до припіднятих свідчить сходинкоподібне підняття водо-нафтових контактів по здійманню структур поряд із здійманням складчастих ліній, утворення газових шапок у найвищих складках тощо. Наприклад, із Пасічнянського покладу нафтогазові флюїди спочатку могли мігрувати до покладів Космачської структури (обидві II ярус), а відтак у зворотному напрямку до покладів Битківської глибинної складки (I ярус), яка залягає над Пасічнянською структурою (рис. 24).

Вивчення нафти родовищ Передкарпаття показало, що всі вони в обох ярусах структур за фізико-хімічними властивостями близькі між собою. Так густина нафти коливається від 0.80 до 0.87. Кількість сірки змінюється від 0.3-0.5%, а парафіну може досягати 15%, в середньому 8-9%. Кількість смол коливається від 2 до 30% (в середньому 16-18%). Легкі фракції, які скипають до 150^0 С складають переважно 5-30%, а середні фракції, що скіпають при температурах 150-300^0 С складають 20-40%. Тобто ці нафти вважаються парафінистими, високо смолистими із значним вмістом легких вуглеводнів, з невеликою кількістю асфальтенів та сірки.

Як стверджував Р.М. Новосилецький (Пластові тиски флюїдів у надрах України. Вид. «Техніка», К., 1969) у Дзвінячській і Старунських складках є явно зруйновані нафтогазові поклади. Руйнування тут супроводжувалося утворенням озокериту. Вчені стверджують, що для утворення озокеритових родовищ знадобилась парафініста нафта сильно насичена газом (180-190 $м^3/м^3$) і з великим запасом пластової енергії. У даному випадку ми бачимо, що поклади озокериту в межах вище названих структур, розміщені поряд із газоконденсатними родовищами, на максимально піднятих ділянках структур і в зоні аномально високих пластових тисків. Недостатня міцність покривних відкладів через близькість системи поперечних порушень Манявського і Солотвинського розломів. Крім того самі складки мають складну будову (перевернуті, розірвані і насунуті одні на одних). Це засвідчує, що в процесі формування структури у склепінні дуже інтенсивно

проявлялася тектонічна напруженість, яка викликала дроблення і утворення складної мережі, різних напрямків наскрізьних тріщин, що приводило до різкого падіння тисків та температур і відкладання озокериту.

Без сумніву, що в минулому руйнування Старунського вуглеводневого родовища проходило набагато інтенсивніше ніж тепер. Тому нафта не тільки затримувалася в міоценових відкладах, окислюючись до озокериту, а й виривалася разом з газом на поверхню ґрунту, утворюючи своєрідні нафтові багнюки. Одночасно до розломів підходили пластові і ґрунтові води, які циркулюючи серед міоценових товщ, насичувалися розчиненими хлоридно натрієвими і калієвими солями. Іноді їх концентрація була настільки високою, що перетворювалися у соляну ропу. Потрапляючи в зону розломів вони під високим тиском разом з нафтою та газом викидувалися на поверхню рельєфу. Тому в згадуваних багнюках накопичувалася не тільки нафта, а й солена вода. Вода на своєму шляху ще й розмивала глинисті породи і тоді викидувалася у вигляді болотної суміші. Тобто виникали свого роду грязєві вулкани. У них могла виливатись на поверхню суміш нафтопродуктів, грязі і горючого газу, або сама нафта і газ, або сама водно-болотна суміш і газ. Такі вулкани могли виникати то в одних місцях і з часом затухати, та з'являтися в інших. Словом вони повністю були залежними від прояву різних тектонічних процесів.

Тепер повстає запитання як опинялися у вище згаданих багнюках різні тварини тих далеких часів і гинули? Справа в тому, що болотна суміш містила в собі значний процент розчину кухонної солі. А виливаючись на поверхню створювався своєрідний природний солонець. І якщо тварина натрапляє на такий солонець, то її постійно буде тягнути до нього, щоб хоч трохи поживитися соленим. З однаковим азартом вона буде лизати сіль, чи гризти солений ґрунт, чи пити солоний розчин. Очевидно, давні багнюки крім нафти містили і солоний розчин. Біля країв її завжди осідала нафта, тому тварини старались подальше зайти від краю такого болота на середину, щоб дістатись до чистої соленої води. У результаті грузли в болоті і гинули. Підтвердженням тому може бути те, що всі виявлені в Старуні тварини льодовикового періоду загинули і були захоронені на зовсім невеликій площі.

Єдиними свідченнями мисливської діяльності людини тут є лише згадування у своїх працях М. Ломницького [5, 6], що при виявленні 1907 шерстистого носорога на його туші мали місце ушкодження, які він міг отримати від рук мисливців бо поряд були знайдені дерев'яні предмети, нагадуючи знаряддя полювання.

Зараз професійні мисливці на диких тварин, особливо в тайзі створюють штучні солонці, закопуючи декілька мішків солі у ґрунт біля потоків, щоб привернути сюди для вигідного полювання дичину. Напевно про такі природні солонці також знали мисливці тих далеких часів. Тому використовували їх для полегшення успішного полювання. З цих причин давні мисливці колись робили поблизу солонців свої стоянки, на яких вичікували появу диких тварин. На незначній віддалі від місця полювання знаходилися і місця постійного проживання давньої людини. Підтвердженням тому можуть служити дані археологічних пошуків, які проводилися в районі Старуні в 1975-1982, 1985 та 2005-2007 роках. Неподалік від знахідок плейстоценових ссавців виявлено 17 пунктів, в яких зафіксовано 30 поселень давньої людини [2], (рис. 25). Найдавніші поселення людини датуються 40-20 тисячами років [1, 5] і належать до доби палеоліту (Старуня IV, VI, VII, X, Молодиків I). На цих пунктах знайдені типові крем'яні вироби для того часу (скребла, різці, ножі, нуклеуси) та фауністичні рештки [2].

Крім того на уже згаданих стоянках, які є багатошаровими та в інших пунктах встановлено поселення людини більш пізніх епох, зокрема мезоліту (IX-IУ тисячоліття до н.е.) , енеоліту, доби бронзи (III-II тисячоліття до н. е.), раннього заліза (X-УII століття до н. е.) [2].

Серед багаточисельних знахідок кам'яних знарядь уже перелічених вище, також в районі Старуні були виявлені уламки ліпного посуду, кам'яні сокири, наконечники стріл, житла, інші господарські споруди тощо. Таким чином дані археологічних досліджень, під час яких на обмеженій території було виявлено кілька десятків археологічних пам'яток, декілька тисяч знахідок різних предметів, та встановлена практично безперервна заселеність її, дозволяють стверджувати, що даний район приваблював людей на всіх етапах історії, очевидно, через достаток природних ресурсів, сприятливий клімат, і якесь особливе енергетичне поле. Можливо ще первісна людина облюбувала його не тільки через вигідні умови для полювання, але й через багаті запаси тут фауни і флори необхідні для їжі, достатню кількість прісної води, наявність соленої ропи, безмежні запаси для того часу деревини, в тому числі і хвойної, яку вигідно було використовувати для розведення вогнищ і їх підтримання. Рівночасно природні виходи на денну поверхню нафти і горючого газу, які могли випадково загоратись і на протязі довгого часу горіти, то це сприймалось первісною людиною як якісь надприродні сили, божества і бути місцями поклоніння, а також служити джерелом для поширення вогню. Для цих же цілей могли використовувати наші давні предки і озокерит, який можна було зустріти в обривах, де оголювалися воротищенські відклади, вміщаючі по тріщинах жили озокериту, який ще міг застосовуватись у лікувальних цілях.

Подяки

В публікації широко використані світлини, крім авторських, надані завідувачем кафедри «Теоретичних основ геології» Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, доцентом Стельмахом Орестом Романовичем та зроблені копії із монографії М. І. Котарба [4]. За дозвіл висловлюю їм щиру вдячність.

Література

1. *Билинкевич Т.Д., Гинда В.А., Мацкевой Л.Г.* Палеонтологические и археологические исследования в Старуне в святи с 75-летием находок мамонта и носорога // Палеонтологический сборник. – Львов: Вища школа, 1983. – № 20. – С. 92-95.
2. *Мацкевий Л.Г., Кочкін І. Т., Панахид Г.І.* Археологічні роботи в Старуні // Бойківщина: Минуле та сучасне. Збірник науково-теоретичних статей. Вип. 1. - Долина: 2007. – С. 21-25.
3. *Татаринов К.А.* К интерпретации старунской ископаемой фауны и флоры. // Фауна и флора Украинских Карпат. – Ужгород: Карпаты, 1965. – С. 118-120.
4. *Kotarba M. J. (ed.)* Polish and Ukrainian geological stvoies (2004-2005) at Storunia – the area of discoveries of woolly rhinoceroses.– Warszawa; Krakow: Polish Geological Institute and Society of Research on Environmental Changes "Geosphere", 2005. – 218 p.
5. *Kubiak H.* Datowanie radioweglem 14C szczatkow Staruni. // Wszechswiat. – 1971. – T. 72. – S. 267-268.
6. *Lomnicki M.* Wykrycie mamuta (Elephas primigenius Blumb.) i nosorozca dyluwialnego (Rhinoceros antiquitatis Blumb.) w Staruni (pow. Bohorodczanski) // Kosmos, 1908. – R. XXXIII. – S. 63-70.

Стаття поступила до редакції 20.04.2008 р.; прийнята до друку 10.05.2008 р.

Сельський В. К. – кандидат геолого-мінералогічних наук, професор кафедри агрохімії та ґрунтознавства Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Рецензент: професор, доктор сільськогосподарських наук Волощук М. Д., завідувач кафедри агрохімії та ґрунтознавства Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ В БІОЛОГІЇ

УДК 62.50; 57.087.1

МОДЕЛІ РОЗПОДІЛУ ОСОБИН НА ПРОБНИХ ПЛОЩАХ: 1. ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

О.Г. Сіренко [1], ***О.В. Кузишин*** [2]

[1]Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка Національної Академії Наук України,
вул. Тімірязєвська, 1, Київ, 01014, Україна
[2]Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
вул. Шевченка, 57, Івано-Франківськ, 76025, Україна

Аналізується застосування показників подібності популяцій, фенетичної подібності та внутрішньопопуляційної різноманітності особин на пробних площах. Розглянуто опис просторового розподілу особин на пробних площах за допомогою радіальних функцій та показано на суттєві недоліки цього методу. Піддано аналізу метод оцінки ступеня просторової агрегації особин за допомогою відношення дисперсії до середньої і показано ненадійність та непоказність таких вибіркових оцінок генерального співвідношення.

***Ключові слова**: популяція, особина, розподіл, дисперсія, середнє арифметичне, радіальна функція, ступінь просторової агрегації .*

***Sirenko O.H., KuzyshynO.V. The models of species' distribution on the test area: task.** The application of factors of populations similarity on the test areas has been analyzed. Description of species steric distribution on the test areas with radial functions is discussed. The disadvantages of this method are shown. The method of evaluation of degree of steric aggregation with the ratio of variance and average has been studied. Unreliability and unattractiveness of random evaluations of general correlation is shown.*

***Key words**: population, species, distribution, variance, average, radial function, degree of steric aggregation.*

В аналізі горизонтальної структури виділяють дві основи: популяційна (одновидова) та ценотична (багатовидова).

1. Показники подібності популяцій. Однією з найхарактерніших рис популяцій рідкісних видів є їх дискретність у просторі. Більшість їх між собою ізольована та розташована на значних відстанях [1]. Таким популяціям рідкісних видів характерна відносно низька щільність особин на пробних площах, а висока щільність спостерігається лише за умов відсутності певного антропогенного впливу [1]. Ступінь фенетичної спорідненості особин таких видів оцінюють попарно між популяціями за такими коефіцієнтами [1]:

- показником подібності популяцій

$$R = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left(a_i b_i\right)^{1/2}, \qquad (1)$$

де N – кількість досліджених фенів особин;
a_i – частота і-фена особини в одній популяції;
b_i – частота і-фена особини в іншій популяції;

- показником фенетичної подібності

$$J = \frac{J_{ab}}{\left(J_a J_b\right)^{1/2}}, \qquad (2)$$

де $J_a = \sum_{i=1}^{N}\left(a_i^2\right);$ $J_b = \sum_{i=1}^{N}\left(b_i^2\right);$ $J_{ab} = \sum_{i=1}^{N}\left(a_i b_i\right).$

Величини показників R і J коливаються від 0 (цілковита відмінність популяцій або особин) до 1 (повна ідентичність популяцій або особин).

На основі коефіцієнта J знайдено [1] значення міжпопуляційних фенетичних відстаней між особинами:

$$D = \ln J. \qquad (3)$$

Для кожної популяції можна визначити показник внутрішньопопуляційної різноманітності [1]:

$$\bar{\mu} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left(a_i^{1/2} + \bar{a}_i^{1/2}\right)^2, \qquad (4)$$

де a_i – частота першого і-варіанта;

$\bar{a}_i$ – частота другого і-варіанта.

Автор [1] користувався усередненими значеннями кожної популяції, а також відповідними фенетичними відстанями D між особинами, що відбиває: наскільки типовою чи своєрідною є та чи інша популяція. Таке усереднення далеко не відбиває особливості структури популяцій в цілому.

Взаємодія деревних рослин в процесі їх сумісного зростання та розвитку при певній щільності утворюють сукупність – деревний ценоз [2]. Так як розміри дерев та щільність їх деревостану змінюються у часі, то й ценоз у цілому автонастроюється адекватно цьому процесові.

Для вивчення просторового розподілу дерев використовують методи підрахунку числа особин на пробних площах або (та) вимірювання відстаней між ними. Отримані дані використовують для перевірки відповідності емпіричного розподілу величин або функцій теоретичному розподілу або (та) розрахунку певних індексів, значення яких дозволяє зробити висновки про характер розміщення особин у просторі [2].

2. Опис розподілу особин радіальними функціями. За основу розподілу особин деревостану радіальними функціями g (r) покладений просторовий розподіл атомів і молекул різних фізичних об'єктів – рідин та аморфних тіл [2].

За Коваленком, Фішером (1972 р.), Скришевським (1980 р.), Займаном (1982 р.) радіальна функція розподілу характеризує ймовірність виявлення одного об'єкту на заданій відстані від другого [2]. При цьому за Бузикіним [2] визначаються і параметри розподілу.

У [2] запропоновано математичний опис розподілу особин пов'язати з методом радіальних функцій за умови нормування:

$$\int_0^{r_0} p(r)dr = \int_0^{r_0} g(r)2\pi r dr = 1, \qquad (5)$$

де p(r) – ймовірність знайти особину на відстані з радіусом r ($0 \le p(r) \le 1$);
g(r) – радіальна функція розподілу.

З [5] видно, що значення g(r) визначає ймовірність знайти дану особину на відстані r від фіксованої особини.

Радіальна функція визначається так [2]:

$$g(r) = \frac{\rho(r)}{\rho_{cp}(r)} = \frac{F \cdot \rho(r)}{\rho_{cp}(r)}, \qquad (6)$$

де F– площа, яку займає система з N однакових особин;
ρ (r) – щільність особин кільця з радіусом r;
ρ_{cp} (r) – середнє число особин на одиниці площі.

За допомогою методів радіальних функцій можна отримати наочне уявлення ближнього й дальнього порядку розташування особин:

- ближній порядок означає розташування особин за типом гратки біля фіксованої особини тільки певного числа щонайближчих особин;
- дальній порядок означає розташування всіх наявних особин у певній послідовності з утворенням єдиної гратки.

На рис. 1 приведений вигляд радіальної функції для випадкового (а), групового (б), регулярного (квадратична гратка) (в), рівномірного (розрідженого) (г), перехідного між регулярним і рівномірним (д) розподілами [1].

На рис. 1: l, l_0 – характерні розміри груп; r_0 – мінімальний розмір ділянки, що належить одній особині; L – радіус взаємодії; Z –координаційне число.

Для побудови гістограми радіальної функції розподілу особин використовують вираз (6): визначають відносну щільність особин у тонких колах з поступовим зростанням r [2]. Тут центр системи концентричних кіл суміщається послідовно з центром кожної особини і підраховується сумарна кількість інших особин у кожному колі. Після перебору всіх особин отримують послідовність Ni –числа особин в і-колі, послідовно розраховують сумарні площі і-кіл F_i, при цьому площа тієї частини кола, що виходить за межі пробної площі, виключається. Тоді, радіальна функція розподілу має вигляд [2]:

$$g_i = \left(\frac{N_i}{F_i}\right)\cdot\left(\frac{F}{N}\right), \qquad (7)$$

де F –пробна площа;
N – число особин.

Метод визначення просторової структури за допомогою радіальних функцій має суттєві недоліки:

- Із-за обмеженості загальної кількості особин коливання сумарного їх числа в колі певного радіусу суттєві, що вимагає вибору площі кіл з однаковим середнім числом особин у них.
- При випадковому розподілі мають бути кола рівної площі із зміною зовнішнього радіусу як $r_0\sqrt{i}$, де r_0 – радіус першої колової площі, і – номер кола. Розподіл числа колових площ за числом особин у них при випадковому їх розміщенні є розподіл Пуассона [2-4]. Разом з тим, при достатньо великому числі спостережень можна використати процедуру побудови

довірчого інтервалу для математичного сподівання для нормального розподілу, що не вичерпує числові характеристики розподілу та їх довірчі інтервали.

- Гістограма радіальної функції розподілу особин на малих відстанях мало інформаційна і мало дробова, ніж на великих, хоча інформація про взаємне розташування особин на малих відстанях найбільш цікава для статистичного аналізу.

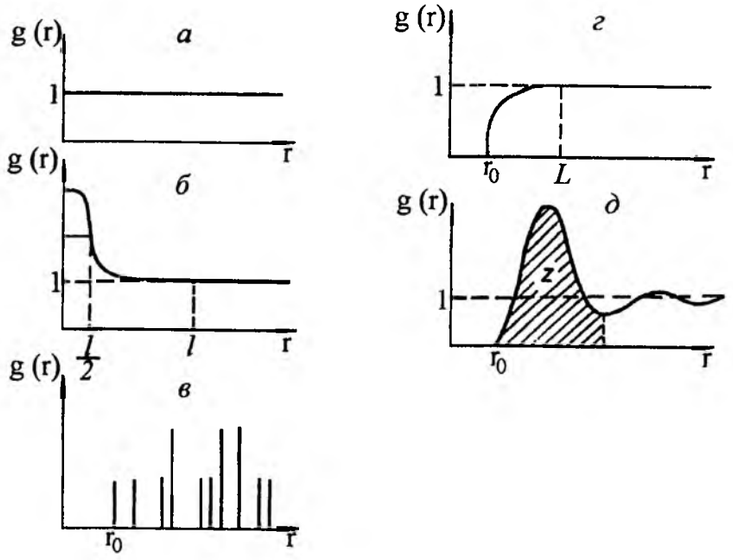


Рисунок. 1. Вигляд радіальної функції розподілу при різних типах розподілу особин: а – випадковий; б – груповий; в – регулярний (квадратична гратка); г – рівномірний (розріджений); д – перехідний між регулярним і рівномірним [2].

- Кількість особин повинна бути достатньо великою. Наприклад, для довірчої ймовірності p=0,95 і $r_0 \approx 0{,}4$ r число особин повинне бути $N \geq 600$, а середня відстань буде припадати на п'яте коло.
- Межею застосування методу є випадок, коли на відстані, меншої, ніж середні між особами, є одне коло, що відповідає числу особин $N \leq 270$.
- Середня відстань між сусідніми особинами, що реально взаємодіють, не співпадає з r і різна для різних виглядів розподілу: для рівномірного вона ближче до r, ніж до групового, а відстань між сусідніми особинами у щільних групах є меншою r, так що гістограма радіальної функції ретельніше відбиває ділянку навколо кожної особини для рівномірного розподілу, але більш точна на малих відстанях для групового розподілу.
- Система координат в процедурі колових розбивок довільна, що приводить до значної дисперсії виборок і їх параметрів при повторних спостереженнях.

На рис. 2 показана радіальна функція модельних розподілів: випадкового (а); групового з параметрами $\sigma = 0{,}2$; $\bar{n}=10$ (б); теж саме з параметрами $\sigma = 1{,}0$; $\bar{n}=2$ (в); рівномірного з параметром a=1 (г); регулярного з параметром A=1 (д); теж саме з параметром A =0,1 (е) [2].

Тут $\bar{n}$ – середнє число особин на площі радіусом r_0:

$$\bar{n} = \pi\left(\frac{N}{F}\right)\cdot r_0^2; \qquad (8)$$

$\sigma = \sqrt{\bar{n}}$ – середнє квадратичне відхилення.

- Модель випадкового розподілу (рис. 2а) задавалася для кожної точки двох незалежних випадково рівномірно розподілених у квадраті координат [гістограма g (r) – пряма лінія (g (r) ≈1) з випадковим «шумом»] [2].
- За модель групового розподілу взятий розподіл Томас [2], в якому координати центрів груп мають випадковий розподіл, точки в групах знаходяться у відповідності з коловим нормальним розподілом із заданою дисперсією σ^2, число точок в групах n мають розподіл Пуассона [2-4] з параметрами $\sigma = 0{,}2$; $\bar{n}=10$ (рис. 2б) та $\sigma = 1{,}0$; $\bar{n}=2$ (рис. 2в) [2].
- За модель рівномірного розподілу взятий квадрат, в який послідовно поміщено 100×100 кіл заданого радіусу a = 1 [2]. Координати центра кожного кола визначались двома незалежними

випадковими змінними. Радіаційна функція розподілу g(r) дозволяє дати оцінку радіусу

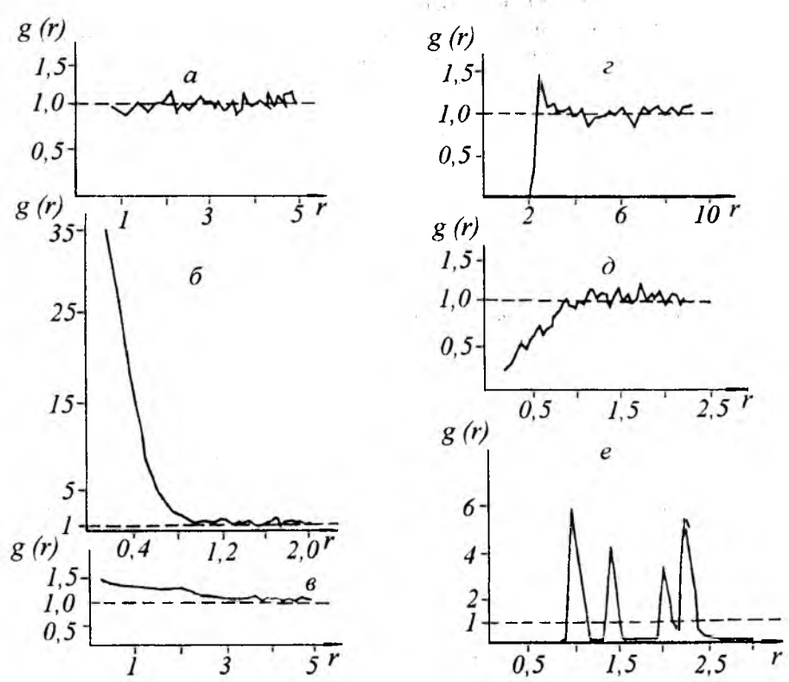


Рисунок. 2. Радіальна функція модельного розподілу особин: а -- випадковий; б – груповий з параметрами $\sigma = 0{,}2$; $\bar{n}=10$; в – теж саме з параметрами $\sigma = 1{,}0$; $\bar{n}=2$; г – рівномірний з параметром a = 1; д – регулярний з параметром $A = 1\cdot l$; е – теж саме з параметром $A = 0{,}1\cdot l$ [2].

площі, що відведена під кожну точку $r_0 \approx 1$ (рис. 2г).

- За модель регулярного розподілу вибрана квадратна гратка зі стороною l=1, при цьому кожна точка розміщувалась у вузол гратки та випадковим чином у квадрат зі стороною A, центром якого був вузол гратки. Як видно з рис. 2д, е, радіальні функції розподілу g(r) з параметром $A=1{,}0\cdot l$ (рис. 2д) та $A=0{,}1\cdot l$ (рис. 2е) різні: перша (рис. 2д) має вигляд, що характерний для рівномірного розподілу, внаслідок того, що при $A=l$ вся площа розбивається на квадрати, в кожний з яких випадково поміщена точка, тому вихідна гратка повністю зникає; друга (рис. 2е) має явно виражені повторні піки, що вказує на регулярність розподілу [2]. Розраховане за гістограмою координаційне число Z=3,9, що приблизно дорівнює числу сусідніх особин для квадратної гратки. Відстань до першого піку дорівнює $L=l$.

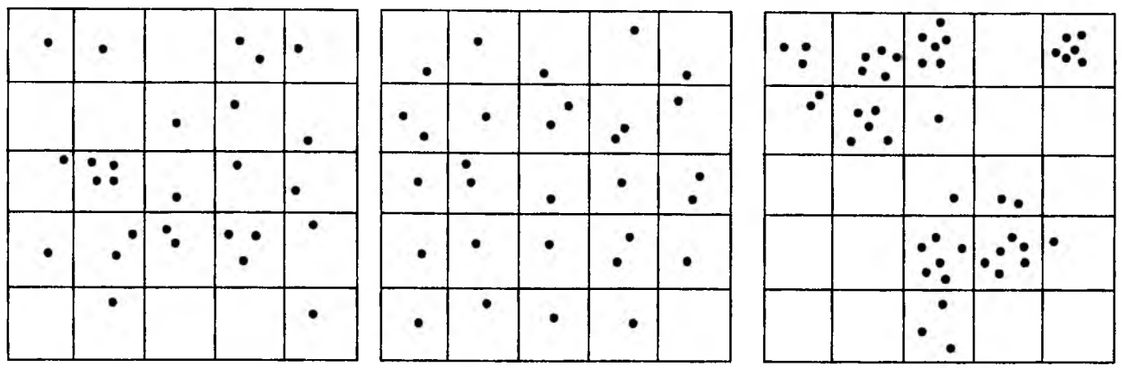
Тому, відмінність розподілу особин деревостою за радіальною функцією від розподілу в системі атомів і молекул за допомогою цієї ж функції полягає в наступному [2]:

- Спостерігається явна мінливість особин за всіма параметрами і надзвичайно велика величина інтервалів варіації цих параметрів;
- Спостерігається неперервність зміни цих параметрів, що спонукає скористатися теоретичними неперервними розподілами: нормальним Гаусса, розподілом Вейбулла, рівномірним розподілом, нормальним нормованим розподілом, логарифмічним нормальним та логарифмічним нормованим нормальним розподілами, гамма-розподілом, U – образного β-розподілом та I – образного β-розподілом, β-розподілом взагалі, експоненціальним розподілом тощо [3,4]. Можна допустити, що розподіли дискретних випадкових величин (біноміальний, мультиноміальний, гіпергеометричний, геометричний, Паскаля, від'ємно біноміальний, Пуассона тощо) при виборках великого обсягу та їх оцінками генеральних сукупностей особин (дерев) можна прийняти як розподіл неперервних випадкових величин. Принаймні така спроба зроблена в [5,6].
- Так як характер і сила взаємодії дерев залежить, окрім усього, від їх розмірів, то вірогідно, якщо у деревостані виділити кілька однорідних сукупностей, то типи їх просторових розподілів можуть не співпадати. Окрім того, необхідно встановити: як розподіл дерев однієї сукупності відноситься до дерев іншої сукупності і чи співпадають теоретичні розподіли цих двох сукупностей та чи є лінійні або нелінійні кореляції між ними?
- Аналогічно радіальній функції розподілу особин Займаном (1982 р.) [2] введена парціально радіальна

функція розподілу, яка характеризує ймовірність зустрічі особин з однієї сукупності як відстані від особин, які належать іншій сукупності. Процедура розрахунків парціальної функції розподілу аналогічна розрахункам для радіальної функції, тільки центр системи колових площ або концентричних кілець приймається послідовно кожне дерево з однієї групи, а в колових площах розраховується число дерев з іншої групи або сукупності [2].

Відомий [2] математичний опис розподілу радіальними функціями середнього параметра, процедура розрахунків яких полягає у визначенні кожного радіуса середніх значень параметрів у колових площах.

Незалежно від того, яким чином дається оцінка генеральної сукупності популяцій, проводять вибіркові дослідження, спостереження, обстеження, тобто визначають числові характеристики розподілу на обмеженій пробній площі порівняно з площею всієї популяції [7,8]. Тому, необхідно за виборкою отримати точні і надійні оцінки щільності розподілу та його числових характеристик. У зв'язку з чим постає питання про показність пробної площі: про її розмір, число особин в ній, розташування її у просторі в декартовій або іншій системі координат і, головне, яким чином за отриманими виборочними оцінками мати середні та групові значення та як виявити статистичну помилку середніх величин і побудувати довірчі інтервали? За [7,8] основні типи просторового розміщення особин на прямокутних площах [випадкове (а), регулярне (рівномірне) (б), агрегаційне (плямисте, контагіозне) (в)] показані на рис. 3 [7,8]. Безумовно цими трьома розподілами не вичерпуються всі випадки просторового розташування особин у просторі.



а б в

Рисунок. 3. Основні типи просторового розподілу особин в популяції: а – випадковий; б – регулярний (рівномірний); в – агрегаційний (плямистий, контагіозний, груповий) [8].

3. Ступінь просторової агрегації особин. На рис. 4 показані основні типи емпіричного просторового розподілу особин (зверху) та відповідний до них вибірковий розподіл частот від числа особин у квадратній пробній площі (пробі) (знизу): А – випадковий розподіл (S^2 чисельно дорівнює $\bar{x}$; $\xi = S^2/\bar{x} = 1$); Б – регулярний (рівномірний) розподіл ($S^2 < \bar{x}$; $\xi = S^2/\bar{x} < 1$); В – плямистий (груповий, агрегаційний, контагіозний) розподіл ($S^2 > \bar{x}$; $\xi = S^2/\bar{x} > 1$) [7].

На графіках рис. 4б, в для порівняння рискованою лінією накреслено також графік (рис. 4а),що характеризує частотний випадковий розподіл ($S^2 = \bar{x}$; $\xi = 1$).

Розпізнавання таких типів просторового розподілу особин може здійснюватися лише за допомогою генерального показника ступеня просторової агрегації – відношення генеральної дисперсії σ^2 до математичного сподівання (генеральної середньої) μ:

$$E = \frac{\sigma^2}{\mu}. \qquad (9)$$

Оцінкою цього генерального показника є вибірковий показник ступеня просторової агрегації:

$$\xi = \frac{S^2}{\bar{x}}\ [\text{од.}] \rightarrow E = \frac{\sigma^2}{\mu}\ [\text{од.}], \qquad (10)$$

де S^2 – вибіркова дисперсія [од.^{2}].

$\bar{x}$ – вибіркове середнє [од.].

При дійсно випадковому просторовому розподілу особин, тобто такому, що описується законом Пуассона для дискретних випадкових величин, дисперсія чисельно дорівнює середньому ($\sigma^2 = \mu$) і відповідні

вибіркові оцінки $\xi = \frac{S^2}{\bar{x}} \approx 1$; якщо дисперсія менше середньої ($\sigma^2 < \mu$), то розподіл регулярний (рівномірний) ($\xi = \frac{S^2}{\bar{x}} < 1$); якщо дисперсія більше середньої ($\sigma^2 > \mu$), то розподіл плямистий (груповий, агрегаційний, контагіозний) ($\xi = \frac{S^2}{\bar{x}} > 1$).

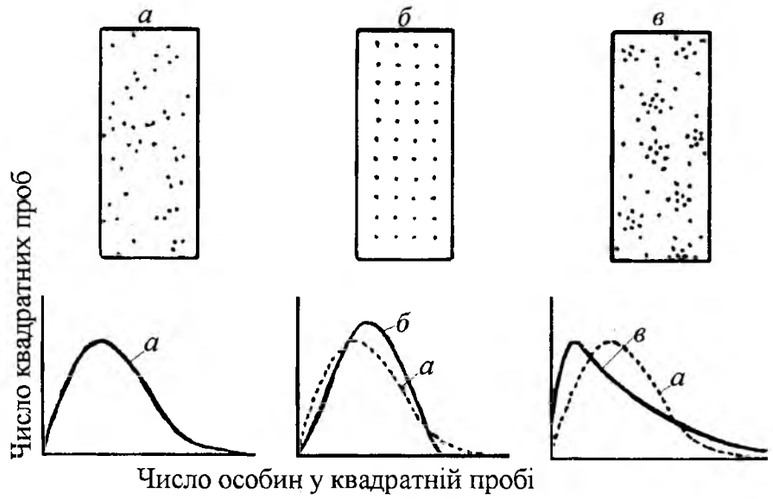


Рисунок. 4. Три основні типи розподілу особин в просторі (зверху) та відповідний до них вибірковий розподіл частот особин (проб) (знизу): а – випадковий розподіл; б – регулярний розподіл; в – груповий розподіл [7].

Оцінка генерального розподілу за цим показником має недоліки:

- показник розмірний [од.];
- показник ефективний, якщо розмір пробної площі близький до розміру території, що займає популяція (тобто у разі генеральної сукупності особин), тоді генеральний показник $E = \frac{\sigma^2}{\mu}$, розрахований за математичним сподіванням μ та генеральною дисперсією σ^2, не є показним, а його вибіркова оцінка $\xi = \frac{S^2}{\bar{x}} \rightarrow E = \frac{\sigma^2}{\mu}$ значно зміщена і буде помилковою, тоді визначення виду розподілу буде неправдивим;
- вибірковий показник ξ відносно надійний і показний для оцінки генерального показника Е, коли при збільшенні середнього (що досягається використанням достатньо великих пробних площ) дисперсія зростає за лінійним законом. В інших випадках необхідно використовувати інші показники просторової агрегації (за Романовським [9]) або необхідно здійснити пошук інших надійних і показних показників.

4. Метод ітерацій. В роботах [10, 11] використаний метод ітерацій [12-15], який полягає у повторному застосуванні математичних операцій за певним алгоритмом таким чином, що, якщо $y = f(x) = f_1(x)$ є деяка функція від x, то функції $f_2(x) = f[f_1(x)]$, $f_3(x) = f[f_2(x)]$, …, $f_N(x) = f[f_{N-1}(x)]$ є ітераціями вихідної функції. Автори [10, 11] метод ітерацій застосували для аналізу даних присутності («+») – відсутності («–») особин виду на трансектах, отримуючи таку, наприклад, послідовність: (+ +) (– –) (+) (–) (+ + +) (– – –) …Кожну сукупність лише «+» або лише «–» автори назвали ітераціями. Різниця між отриманим (r) та очікуваним (M) числом ітерацій оцінюється за критерієм Стьюдента:

$$t = \frac{r - M}{D}, \qquad (11)$$

де $M = \frac{2n_1 + n_2}{n_1 \cdot n_2} + 1$; (12)

$$D = \left[\frac{2n_1n_2(2n_1n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2 \cdot (n_1 + n_2 - 1)}\right]^{1/2}; \qquad (13)$$

n_1 – число зайнятих ділянок на трансекті;

n_2 – число порожніх ділянок на трансекті.

Для оцінки характеру просторового розподілу особин виду користуються [11] такою шкалою розподілу:

(t + 2) – регулярний;
(0 ≤ t ≤ +2) – випадковий;
(t – 2) – контагіозний (в цілому);
(–6 < t < –2) – слабоконтагіозний;
(–10 < t < –6) – чистий контагіозний;
t = –10 – сильноконтагіозний.

Недоліки методу ітерацій полягають в наступному: метод носить якісний характер; не дозволяє отримати кількісні числові, групові та інтервальні вибіркові оцінки генеральних характеристик та вказати на надійність (довірчу ймовірність) та точність (довірчий інтервал) результатів, кількісно порівняти ряд генеральних середніх та ряд генеральних дисперсій, знайти кореляційні зв'язки та апроксимаційні рівняння і т.і. Близьким до методу ітерацій є метод інверсій [16], в якому використовується критерій серій та критерій тренда для прийняття гіпотези про незалежність випадкових спостережень. Критерій тренда має більшу потужність, ніж критерій серій, але й він має малу потужність при виявленні колевального тренду.

Висновки

1. Аналіз математичного опису розподілу особин за допомогою радіальних функцій показує на суттєві недоліки за процедурою та інтерпретацією результатів. Чіткої межі між випадковим, груповим, регулярним, рівномірним розподілами не виявлено.
2. Модельні розподіли особин за допомогою радіальних функцій відрізняються від таких емпіричних та теоретичних розподілів.
3. Застосування радіальних функцій для опису розподілу дерев має суттєві відмінності від такого, що відноситься до опису розподілу атомів і молекул в твердих аморфних тілах та рідинах за цими ж функціями, що ставить під сумнів притягування радіальних функцій для опису розподілу особин на пробних площах.
4. Процедура розпізнавання випадкового, регулярного і групового розподілів за показником ступеня просторової агрегації особин – відношенням вибіркової дисперсії до середньої арифметичної – залежить від зміни дисперсії від величини середньої (що досягається при використанні більш великих пробних площ), за лінійним законом, тому й вибіркові оцінки генерального співвідношення будуть малонадійні та непоказні. Необхідно за вибірковим показником просторової агрегації особин дати оцінку генеральному показникові, вказавши надійність (довірчу ймовірність) та точність (довірчий інтервал) оцінки.

Література

1. Жиляєв Г.Г. Структура популяцій рідкісних видів флори Карпат / Г.Г. Жиляєв, Ю.Й. Кобів, М.М. Мамчур. – К.: Наукова думка, 1998. – с.101-119: іл.
2. Анализ структуры древесных ценозов / А.И. Бузыкин, В.Л. Гавриков, О.П. Секретенко, Р.Г. Хлебопрос; Под ред. Д.М. Киреева. – Новосибирск: Наука. 1985. – 95 с.: ил.
3. Сигорский В.П. Математический аппарат инженера. 2 изд. – К.: Техніка, 1977. – 768 с.: ил., табл. – Библиогр. после гл. – Предмет. указат.: с. 752-764.
4. Корн Г. Справочник математика для научных работников и инженеров / Г. Корн, Т. Корн. – Пер. с $2^{го}$ амер. издания И.Г. Арамановича, А.М. Березмана, И.А. Вайнштейна и др. / Под общ. ред. И.Г. Арамановича. – М.: Наука, 1978. – 832с: ил., табл. – Библиогр. к гл.: с. 796-800 (183 назви). – Указат. обознач.: с. 801-803. – Предмет. указат.: с. 804-831.
5. Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценотических популяций растений / Ю.А. Злобин. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1989. – 148с.: ил.
6. Критерії оцінки розподілу мікронерівностей на поверхні твердого тіла / О.В.Кузишин, О.Г.Сіренко, Л.Я.Мідак, Г.О.Сіренко // Фізика і хімія твердого тіла. – 2008. – Т. 9, №2. – С. 407-414: іл., табл. – Бібліогр.: с.412-414 (52 назви).
7. Дідух Я.П. Популяційна екологія / Я.П. Дідух. – К.: Фітосоціоцентр, 1998. – 192 с.: іл.., табл.
8. Гиляров А.М. Популяционная экология / А.М. Гиляров. – М.: Изд-во Москов. ун-та, 1990. – 192 с.: ил., табл.
9. Степнов М.Н. Статистическая обработка результатов механических испытаний / Михаил Никитович Степнов. – М.: Машиностроение, 1972. – 232 с. : ил., табл. – Библиогр.: с. 229-230 (36 назв.).
10. Маслов А.А. К анализу горизонтальной структуры ценопопкуляций лесных растений методом итераций / А.А. Маслов // Ботан. журнал. – 1988. – Т. 73, №6. – С. 836-844: ил., табл.
11. Бондарук М.А. Оцінка рівномірності розташування лісотвірних порід соснових лісів в умовах аеротехногенного забруднення / М.А. Бондарук, О.Г. Целіщев // Екологія та ноосферологія. – 2002. – Т. 12, № 3-4. – С. 80-87: табл. – Бібліогр.: с. 86-87 (39 назв).
12. Итерация // БСЭ. – М.: Сов. энциклопедия, 1973. – Т. 11. – С. 52 – 53.
13. Итерация // Мат. энциклопедия. – М.: Сов. энциклопедия, 1979. – Т. 2. – Стб. 691.
14. Лебедев В.И. Итерационный алгоритм // Мат. энциклопедия. – М.: Сов. энциклопедия, 1979. – Т. 2

15. Икрамов Х.Д. Итерационные методы // Мат. энциклопедия. – М.: Сов. энциклопедия, 1979. – Т. 2. – Стб. 686-689.
16. Бендат Дж.С. Измерение и анализ случайных процессов / Дж.С. Бендат, А.Г. Пирсол; пер. с англ. Г.В.Матушевского, В.Е.Привальского; под ред. И.Н.Коваленко. – М.: Мир, 1971. – 408 с. – Перевод за изд.: Measurement and analysis of random data / Julius S. Bendat, Allan G. Piersol. – John Wiley and Sons, Inc. – New York-London-Sydney, 1967.: ил., табл. – Предмет. указатель: с. 403-408. – Библиогр.: с. 400-402 (59 наименов.).

Автори висловлюють щиру подяку к.х.н., доценту Мідак Л.Я. за цінні зауваження, консультації та допомогу при підготовці статті до друку.

Стаття поступила до редакції 22.04.2008 р.; прийнята до друку 12.05.2008 р.

Сіренко О.Г. – провідний інженер відділу природної флори;
Кузишин О.В. – асистент кафедри теоретичної і прикладної хімії, магістр.

Рецензент: кандидат хімічних наук Мідак Л.Я., доцент кафедри теоретичної і прикладної хімії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

УДК 62.50; 57.087.1

МОДЕЛІ РОЗПОДІЛУ ОСОБИН НА ПРОБНИХ ПЛОЩАХ: 2. СТАТИСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ. ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ (СТАТИСТИЧНА РІВНІСТЬ РЯДУ ГЕНЕРАЛЬНИХ ДИСПЕРСІЙ)

О.Г. Сіренко [1], ***О.В. Кузишин*** [2]

[1]Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка Національної Академії Наук України,
вул. Тімірязєвська, 1, Київ, 01014, Україна
[2]Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
вул. Шевченка, 57, Івано-Франківськ, 76025, Україна

Приведені статистичні характеристики просторового розподілу кедра і ялини на пробних площах, закладених за двома схемами для чорнично-зеленомохової (асоціація I) та сфагнової (асоціація II) структур. Виявлені кореляційні зв'язки між параметрами просторового розподілу особин. Обґрунтовано надійність визначення закону просторового розподілу особин за показником ступеня просторової агрегації та інших показників. Показана можливість опису просторового розподілу особин за нормальним законом Гаусса.

Ключові слова: *кедр, ялина, пробна площа, елементарна комірка, асоціація, особина, середнє арифметичне, дисперсія, середнє квадратичне відхилення, коефіцієнт варіації, ступінь просторової агрегації, начальний момент, центральний момент, показник асиметрії, показник ексцесу, вибіркова сукупність, генеральна сукупність, коефіцієнт кореляції, нормальний розподіл Гаусса.*

Sirenko O.H., KuzyshynO.V. The models of species' distribution on the test area: statistic characterisctics, dispersive analysis. *Statistic characterisctics of steric distribution of cedar and spruce on the test areas are illustrated. The correlation relation of steric distribution of species has been found. The reliability of determining the low of steric distribution of species with the degree of steric aggregation has been proved. Possibility of description of steric distribution of species with normal Gauss low is shown.*

Key words: *cedar, spruce, test area, elementary unit, association, species, average, variance, root-mean-square deviation, variation coefficient, degree of steric aggregation, initial moment, central moment, asymmetry factor, excess factor, random set, correlation coefficient, normal Gauss distribution.*

Вступ

Відомо [1-5], що за показники ступеня просторового розподілу особин на пробних площах приймають:

- показники подібності популяцій [1];
- показники фенетичної подібності [1];
- показники радіальної функції [2], за допомогою яких визначають моделі випадкового, групового та рівномірного (регулярного) розподілів на коловій пробній площі;
- показник ступеня просторової агрегації особин на квадратній пробній площі як відношення дисперсії до середньої величини ξ, при цьому при дійсно випадковому просторовому розподілі цей розподіл визначається за законом Пуассона для дискретних випадкових величин, коли дисперсія чисельно дорівнює середньому, а показник ξ =1, відхилення ξ від 1 приводить

до моделі регулярного (рівномірного) (ξ<1), або групового (плямистого, агрегаційного, контагіозного) (ξ>1) розподілів [4,5].

Недоліки застосування показників радіальних функцій та ступеня просторової агрегації ξ особин на пробних площах для визначення моделей розподілу проаналізовані в попередній статті, принаймні правдивість показника ξ у визначені моделі просторового розподілу особин залежить від лінійності дисперсії від величини пробної площі.

Загальна мета роботи полягала в тому, щоби за результатами дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізів виявити зв'язок між параметрами просторового розподілу особин на пробних площах, придатність показника ступеня просторової агрегації особин ξ для визначення моделі просторового розподілу та використання моделі нормального розподілу Ґаусса для опису цього розподілу.

Мета роботи цього розділу полягала в розробці процедури творення сукупних пробних площ, розрахунку статистичних характеристик розподілу особин кедра та ялини на цих площах, закладених для двох ценотичних умов – асоціації I (чорничнo-зеленомохової структури) та асоціації II (сфаґнової структури) та двох схем (1 і 2), дисперсійному аналізі статистичної рівності ряду генеральних дисперсій особин кедра та ялини, розподілених на цих площах.

Експериментальна частина

Об'єкт дослідження: сосна кедрова європейська (Pinus cembra L.) альпійсько-карпатського виду (далі кедр) та ялина звичайна (Picea abies) (далі ялина). Стадії розвитку кедра: j – ювенільна; im (im_1, im_2) – іматурна (іматурна 1, іматурна 2); v (v_1, v_2) – віргінільна (віргінільна 1, віргінільна 2); g (g_1, g_2, g_3) – генеративна (генеративна 1, генеративна 2, генеративна 3); S – сенільна; ks – квазісенільна.

Пробна площа. Досліджували кедровососново-ялиновий ліс. Сукупні пробні площі були закладені в однакових ценотичних умовах – чорничнo-зеленомохової (асоціації I) та сфаґнової (асоціації II), що часто зустрічається при аналізі результатів експериментів, за двома схемами (рис. 1; табл. 1-5):

- **схема 1**: коли площі об'єднують, а число елементарних комірок лишається сталим (N=4) при зростанні їх розмірів;
- **схема 2**: коли площі об'єднують так, що кількість елементарних комірок N зростає від 4 до 36 або від 4 до 12 (а при утворенні пробних площ за таблицею випадкових чисел від 4 до 256) при сталому розмірі елементарної комірки (12,5× 12,5 м).

Вихідна базова пробна площа F_1 = 25 м × 25 м = 625 м^2, яка мала 4 елементарні комірки розміром F_0 = 12,5 м × 12,5 м= 156,25 м^2, у які за результатами досліджень попадала (а за таблицею випадкових чисел [6-8] була розміщена) певна кількість особин (кедра, ялини) кожної з двох ценотичних структур:

- **асоціації I** (чорничнo-зеленомохової структури), пробні площі: 10/2; 10/2+1/4; 10/2+1/4+1/3; 10/2+1/4+1/3+2/1; 10/2+1/4+1/3+2/1+2/2; 10/2+1/4+1/3+2/1+2/2+2/3; 10/2+1/4+1/3+2/1+2/2+2/3+2/4; 10/2+1/4+1/3+2/1+2/2+2/3+2/4+2/5; 10/2+1/4+1/3+2/1+2/2+2/3+2/4+2/5+7/1 (табл. 1-4);
- **асоціації II** (сфаґнової структури), пробні площі: 1/1; 1/1+7/4; 1/1+7/4+6/1 (табл. 1-4).

Дані вихідні пробні площі та площі 7/2, 7/3, 10/1, 5/2, 3/1, 1/2, 4,1 також піддавались аналізу без об'єднання у сукупні.

Розміри сукупних пробних площ зростали: від F_1 = 625 м^2 до F_9 = 5625 м^2 (9 об'єднань) для асоціації I; від F_1 = 625 м^2 до F_3 = 1875 м^2 (3 об'єднання) для асоціації II (табл. 1-4), а при застосуванні таблиці випадкових чисел [6-8] – від F_1 = 625 м^2 (25 м×25 м) до F_{11} = 40000 м^2 (200 м×200 м) (11 об'єднань) (табл. 5, 6).

Із таблиці випадкових чисел [6-8] вибирали числа – кількість особин 1-21 (для кедра) та 0-22 (для ялини) – за строками або графами і поміщали в елементарні комірки за схемою 2 послідовно за строками або графами сукупної пробної площі або випадковим чином (теж вибираючи числа за строками або графами з таблиці випадкових чисел) при нумерації строк таблиці сукупної пробної поверхні, або за «лотерейною грою». У всіх випадках результати відрізнялися менше, ніж на 1,5%. У подальших дослідженнях із таблиці випадкових чисел [6-8] вибирали числа – кількість особин 1-21 (для кедра) та 0-22 (для ялини) – за строками, поміщаючи числа в елементарні комірки за схемою 2 послідовно за строками.

Статистичний аналіз. За кількістю особин (кедра або ялини) на пробній площі розраховували такі характеристики вибіркового розподілу [8-30]:

1. Вибіркові числові (точкові) характеристики:

- вибіркову середню арифметичну $\bar{x}$ [9]:

$$\bar{x} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i \text{ , [од.]}, \tag{1}$$

де N – кількість елементарних комірок;

x_i – кількість особин в і-й комірці;

$\sum_{i=1}^{N} x_i$ - кількість особин в N- комірках;

- вибіркову дисперсію S^2 [9]:

$$S^2 = \frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})^2 = \frac{1}{N-1}\left[\sum_{i=1}^{N} x_i^2 - N(\bar{x})^2\right], \text{ [од.}^2\text{]}; \tag{2}$$

- вибіркове середнє квадратичне відхилення S [9]:

$$S = +\sqrt{S^2}\text{ , [од.]}; \tag{3}$$

- вибірковий коефіцієнт варіації γ [9]:

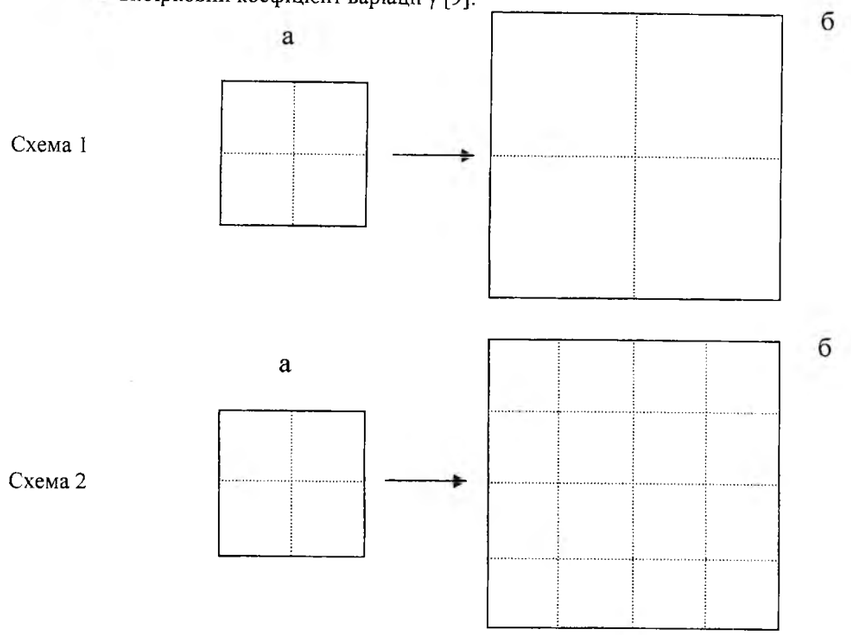


Рис. 1.Дві схеми об'єднання вихідних базових пробних площ:

а) вихідна базова поверхня; б)об'єднана поверхня.

$$\gamma = \frac{S}{\bar{x}}\text{[безрозм.]}; \left(\frac{S}{\bar{x}}100, \%\right); \tag{4}$$

- квадрат вибіркового коефіцієнта варіації γ^2:

$$\gamma^2 = \left(\frac{S}{\bar{x}}\right)^2\text{,[безрозм.]}; \tag{5}$$

- вибірковий показник ступеня просторової агрегації ξ [1-5]:

$$\xi = \frac{S^2}{\bar{x}}\text{,[од.]}. \tag{6}$$

2. Узагальнені (степеневі) вибіркові характеристики:

- вибірковий начальний момент k-го порядку – узагальнена вибіркова середня h_k [9]:

$$h_k = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i^k\text{ ,} \tag{7}$$

де k= 1, 2, 3, 4; h_1 [од.]; h_2 [од.^{2}]; h_3[од.^{3}]; h_4[од.^{4}] – вибіркові начальні моменти 1-го, 2-го, 3-го, 4-го порядку відповідно;

- вибірковий центральний момент k-го порядку – узагальнене вибіркове розсіяння m_k [8]:

$$m_k = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})^k\text{ ,} \tag{8}$$

де k= 1, 2, 3, 4; m_1 [од.]; m_2 [од.^{2}]; m_3[од.^{3}]; m_4[од.^{4}] – вибіркові центральні моменти 1-го, 2-го, 3-го та 4-го порядку відповідно, а також за формулами [9]:

$$m_1 = h_1 - h_1; \quad (9)$$
$$m_2 = h_2 - h_1^2;$$
$$m_3 = h_3 - 3h_2h_1 + 2h_1^3; \quad (10)$$
$$m_4 = h_4 - 4h_3h_1 + 6h_2h_1^2 - 3h_1^4. \quad (11)$$

3. Вибірковий показник асиметрії розподілу as [9]:

$$as = \frac{m_3}{m_2^{3/2}}, \left[\text{безрозм.}\right]; \quad (12)$$

його вибірковий нормований коефіцієнт розподілу β_1 [8]:

$$\beta_1 = \frac{m_3^2}{m_2^3}, \left[\text{безрозм.}\right], \quad (13)$$

та середнє квадратичне відхилення S_{as} [9]:

$$S_{as} = \left[\frac{6(N-1)}{(N+1)(N+3)}\right]^{1/2}. \quad (14)$$

4. Вибірковий показник ексцесу (стрімкості) розподілу ex [9]:

$$ex = \frac{m_4}{m_2^2} - 3, \left[\text{безрозм.}\right]; \quad (15)$$

його вибірковий нормований коефіцієнт β_2 [8]:

$$\beta = \frac{m_4}{m_2^2}, \left[\text{безрозм.}\right]; \quad (16)$$

та його середнє квадратичне відхилення S_{ex} [9]:

$$S_{ex} = \left[\frac{24(N-2)(N-3)N}{(N-1)^2(N+3)(N+5)}\right]^{1/2}. \quad (17)$$

5. Вибіркові характеристики вважали показними, ефективними, незміщеними та обґрунтованими (переконливими) оцінками генеральних характеристик [9, 10]:

- математичного сподівання μ (генеральної середньої) [9]:

$$\bar{x} \xrightarrow{\text{оцінка}} \mu = \int_{-\infty}^{\infty} x_i \varphi(x) dx, \quad (18)$$

де $\varphi(x) = dF(x)/dx$ – щільність ймовірності розподілу;

$F(x) = P(X < x_i)$ –функція розподілу – ймовірність появи значення $x_i > X$ в і-й комірці;

X – випадкова величина – кількість особин на пробній площі;

далі стрілка → рівноцінна слову «оцінка»;

- генеральної дисперсії σ^2 [9]:

$$S^2 \to \sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x_i - \mu)^2 \varphi(x) dx; \quad (19)$$

- генерального середнього квадратичного відхилення σ [9]:

$$S \to \sigma = +\sqrt{\sigma^2}; \quad (20)$$

- генерального коефіцієнта варіації υ[9]:

$$\gamma \to \upsilon = \frac{\sigma}{\mu}; \quad (21)$$

- квадрата генерального коефіцієнта варіації υ^2:

$$\gamma^2 = \left(\frac{S}{\bar{x}}\right)^2 \to \left(\frac{\sigma}{\mu}\right)^2 = \upsilon^2; \quad (22)$$

- генерального показника ступеня просторової агрегації E [1-5]:

$$\xi = \frac{S^2}{\bar{x}} \to E = \frac{\sigma^2}{\mu}; \quad (23)$$

- генерального начального моменту k-го порядку H_k [9]:

$$h_k \to H_k = \int_{-\infty}^{\infty} x_i^k \varphi(x) dx; \quad (24)$$

- генерального центрального моменту k-го порядку M_k [9]:

$$m_k \to M_k = \int_{-\infty}^{\infty} (x_i - \mu)^k \varphi(x) dx; \quad (25)$$

- генерального показника асиметрії розподілу As [9]:

$$as \to As = \frac{M_3}{M_2^{3/2}}; \quad (26)$$

його генерального нормованого коефіцієнта розподілу B_1 [8]:

$$\beta_1 \to B_1 = \frac{M_3^2}{M_2^3}; \quad (27)$$

та його генерального середнього квадратичного відхилення σ_{As} [9]:

$$S_{as} \to \sigma_{As} = \left[\frac{6(N^* - 1)}{(N^* + 1)(N^* + 3)}\right]^{1/2}, \quad (28)$$

де $N^* >> N$;

- генерального показника ексцесу розподілу Ex [9]:

$$ex \to Ex = \frac{M_4}{M_2^2} - 3; \quad (29)$$

його генерального нормованого коефіцієнта B_2 [8]:

$$\beta_2 \to B_2 = \frac{M_4}{M_2^2}; \quad (30)$$

та його генерального середнього квадратичного відхилення σ_{Ex}:

$$S_{ex} \to \sigma_{Ex} = \left[\frac{24(N^* - 2)(N^* - 3)N^*}{(N^* - 1)^2(N^* + 3)(N^* + 5)}\right]^{1/2}, \quad (31)$$

де $N^* >> N$.

6. Інтервальні оцінки генеральних характеристик за вибірковими характеристиками (довірча ймовірність і довірчий інтервал):

1) **математичного сподівання** [10]:

- **довірчий інтервал** [вираз у квадратних дужках], що характеризує точність результату [10]:

$$\left[\left(\bar{x} - \frac{S \cdot t_T\{f; \alpha/2\}}{\sqrt{N}}\right) \le \mu < \left(\bar{x} + \frac{S \cdot t_T\{f; \alpha/2\}}{\sqrt{N}}\right)\right], \quad (32)$$

де f = (N-1) – число ступенів вільностей;

$t_T\{f; \alpha/2\}$ – значення критерію Стьюдента, вибраного з таблиці розподілу Стьюдента [8, 10] для числа ступенів вільностей f = (N-1) та ймовірності $p = \alpha/2$;

- **довірча ймовірність**, що характеризує надійність результату [10]:

$$P\left[\left(\bar{x} - \frac{S \cdot t_T\{f; \alpha/2\}}{\sqrt{N}}\right) \le \mu < \left(\bar{x} + \frac{S \cdot t_T\{f; \alpha/2\}}{\sqrt{N}}\right)\right] = 1 - \alpha, \quad (33)$$

де α = (1 – P) – рівень значущості – максимальна ймовірність того, що ми ризикуємо побудувати неправдиві довірчі інтервали і зробити неправдиві висновки – найбільша

ймовірність того, що результат не попаде в побудований довірчий інтервал (приймаємо $\alpha = 0{,}05$ та $\alpha = 0{,}01$);

$P = (1-\alpha)$ – найменша ймовірність того, що результат правдиво попадає в побудований довірчий інтервал, тобто генеральна числова характеристика з високим рівнем ймовірності зустрінеться в довірчому інтервалі (приймаємо $P = 0{,}95$ та $P = 0{,}99$);

2) **генеральної дисперсії** [10]:

- **довірча ймовірність**

$$P\left[\left(Z_1^2 S^2 \frac{f}{f+1}\right) \le \sigma^2 < \left(Z_2^2 S^2 \frac{f}{f+1}\right)\right] = 1-\alpha, \qquad (34)$$

де Z_1, Z_2 {N, P} вибирається з табл. П.7 [8] для N кількості елементарних комірок та довірчої ймовірності P [8];

$f = N - 1$;

у квадратних дужках – довірчий інтервал; або

- **довірча ймовірність**

$$P\left[\left(\frac{f \cdot S^2}{\chi_T^2\left\{f, \alpha/2\right\}}\right) \le \sigma^2 < \left(\frac{f \cdot S^2}{\chi_T^2\left\{f, \left(1-\alpha/2\right)\right\}}\right)\right] = 1-\alpha, \qquad (35)$$

де χ_T^2 – значення критерію хі-квадрат (критерію Пірсона), вибраного з таблиці розподілу Пірсона [8, 10] для числа ступенів вільностей $f = (N-1)$ та ймовірностей $p = \alpha/2$ та $p = 1 - \alpha/2$;

у квадратних дужках – довірчий інтервал;

3) **генерального середнього квадратичного відхилення** [10]:

- **довірча ймовірність**

$$P\left[\left(Z_1 \cdot S\sqrt{\frac{f}{f+1}}\right) \le \sigma < \left(Z_2 \cdot S\sqrt{\frac{f}{f+1}}\right)\right] = 1-\alpha \text{ ; або} \qquad (36)$$

$$P\left[\left(\frac{S\sqrt{f}}{\sqrt{\chi_T^2\left\{f, \alpha/2\right\}}}\right) \le \sigma < \left(\frac{S\sqrt{f}}{\sqrt{\chi_T^2\left\{f, \left(1-\alpha/2\right)\right\}}}\right)\right] = 1-\alpha, \qquad (37)$$

де у квадратних дужках – довірчий інтервал;

4) **генерального коефіцієнта варіації**

- **довірча ймовірність**

$$P\left[\left(\frac{\gamma}{1+t_T\left\{f, \alpha/2\right\}\sqrt{\frac{1+2\gamma^2}{2f}}}\right) \le \upsilon < \left(\frac{\gamma}{1-t_T\left\{f, \alpha/2\right\}\sqrt{\frac{1+2\gamma^2}{2f}}}\right)\right] = 1-\alpha, \qquad (38)$$

де у квадратних дужках – довірчий інтервал;

$t_T\left\{f, \alpha/2\right\}$ – значення критерію Стьюдента, вибраного з таблиці розподілу Стьюдента [8, 10] для числа ступенів вільностей $f = (N-1)$ та ймовірності $p = \alpha/2$.

II. Результати та обговорення

Результати розрахунків числових статистичних характеристик сукупних пробних площ ялини та кедра, закладених за схемами 1 і 2 для асоціацій I і II, зведені в табл. 1-4. Результати розрахунків статистичних характеристик сукупних пробних площ для ялини та кеда, утворених за схемою 2 за таблицею випадкових чисел від 0 до 22 (для ялини) та 1-21 (для кедра) для моделі асоціації I, зведені в табл. 5 і 6.

1. Дисперсійний аналіз: статистична рівність ряду генеральних дисперсій.

1.1. Як видно з табл. 1, 3, вибіркова дисперсія особин S_i^2 змінюється: від 0,917 до 53,667 од.^{2} (для ялини) та від 3,667 до 102,67 од.^{2} (для кедра) для асоціації I в межах сукупних пробних площ 625-5625 м^2, закладених за схемою 1 (k=9) та від 4,667 до 6,0 од.^{2} (для ялини) і від 14,92 до 48,25 од.^{2} (для кедра) для асоціації II в межах сукупних пробних площ 625-1875 м^2, закладених за схемою 1 (k=3).

Як видно з табл. 2, 4, вибіркова дисперсія особин S_i^2 змінюється: від 4,333 до 20,232 од.^{2} (для ялини) та від 8,917 до 31,289 од.^{2} (для кедра) для асоціації I в межах сукупних пробних площ 625-5625 м^2, закладених за

схемою 2 (k=9) та від 5,071 до 6,083 од.^{2} (для ялини) і від 6,13 до 8,5 од.^{2} (для кедра) для асоціації II в межах сукупних пробних площ 625-1875 м^2, закладених за схемою 2 (k=3).

Як видно з табл. 5, 6, вибіркова дисперсія особин S_i^2 змінюється: від 39,829 до 56,696 од.^{2} (для ялини) та від 34,201 до 51,696 од.^{2} (для кедра) для математичної моделі асоціації I в межах сукупних пробних площ 625-40.000 м^2, утворених за схемою 2 (k=11) за таблицею випадкових чисел.

1.2. Статистична рівність ряду генеральних дисперсій. Перевірка нульової гіпотези H_o: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \ldots = \sigma_i^2 = \ldots = \sigma_k^2$ про рівність ряду генеральних дисперсій особин ялини та кедра за оцінками вибіркових дисперсій S_1^2, S_2^2, …, S_i^2,…, S_k^2 відповідно дала такі результати:

1. **Ялина (схема 1, асоціація I) (табл. 1) k=9**:

- **За критерієм Фішера** [9]:

$$F_p = \frac{S_{i\,max}^2}{S_{i\,min}^2} = \frac{S_9^2}{S_5^2} = \frac{53{,}667}{0{,}917} = 58{,}525. \qquad (39)$$

Табличне значення критерію Фішера [8, 10]:

для $\alpha = 0{,}01$ $F_{0,01} = F_T\{\alpha = 0{,}01; f_9 = 4-1 = 3; f_5 = 4-1 = 3\} = 29{,}46$;

для $\alpha = 0{,}05$ $F_{0,05} = F_T\{\alpha = 0{,}05; f_9 = 4-1 = 3; f_5 = 4-1 = 3\} = 9{,}28$.

Таким чином, маємо нерівності: $F_P > F_{0,01}$ та $F_P > F_{0,05}$, що дає підстави відкинути H_o з рівнем значущості $\alpha = 0{,}01$ та $\alpha = 0{,}05$ за критерієм Фішера, при цьому, ступінь нерівності ряду генеральних дисперсій особин ялини за схемою 1, асоціації I становить:

$$\dot{\xi}_\alpha = \frac{F_p}{F_\alpha} = \frac{F_p}{F_T}; \qquad (40)$$

- для $\alpha = 0{,}01$ $\dot{\xi}_{0,01} = \frac{F_P}{F_{0,01}} = \frac{58{,}525}{29{,}46} = 1{,}987$; для $\alpha = 0{,}05$ $\dot{\xi}_{0,05} = \frac{F_P}{F_{0,05}} = \frac{58{,}525}{9{,}28} = 6{,}307$.

Але значна розкиданість вибіркових дисперсій (табл. 1) у ряду $S_1^2 \ldots S_9^2$ (0,9; 4,3; 12,3 … 15,3; 26,9…57,5) зменшує надійність висновків за співвідношенням $S_{i\,max}^2 / S_{i\,min}^2$, тобто за критерієм Фішера. Тому перевірку H_o необхідно зробити також за критеріями Кохрана і Бартлета.

- **За критерієм Кохрана** [9, 11]:

$$G_p = \frac{S_{i\,max}^2}{\sum_{i=1}^{k=9} S_i^2} = \frac{53{,}667}{228{,}337} = 0{,}2350. \qquad (41)$$

Табличне значення критерію Кохрана $G_\alpha = G_T$ для числа дисперсій k=9, обсягу кожної виборки $N_i = 4$ та рівня значущості α дорівнює [8]:

- для $\alpha = 0{,}01$ $G_{0,01} = G_T\{\alpha = 0{,}01; k=9; N_i = 4\} = 0{,}4316$;
- для $\alpha = 0{,}05$ $G_{0,05} = G_T\{\alpha = 0{,}05; k=9; N_i = 4\} = 0{,}3643$.

Так як для ялини $G_p < G_{0,01}$ і $G_p < G_{0,05}$, то гіпотеза H_o про рівність ряду генеральних дисперсій (однорідність ряду вибіркових дисперсій) приймається з рівнями значущості $\alpha = 0{,}01$ ($p = 1 - \alpha = 0{,}99$) та $\alpha = 0{,}05$ ($p = 0{,}95$) за критерієм Кохрана, при цьому, ступінь рівності ряду генеральних дисперсій особин для ялини за схемою 1, асоціації I становить:

$$\dot{\xi}_\alpha = \frac{G_T}{G_p} = \frac{G_\alpha}{G_p}; \qquad (42)$$

- для $\alpha = 0{,}01$ $\dot{\xi}_{0,01} = \frac{G_{0,01}}{G_p} = \frac{0{,}4316}{0{,}2350} = 1{,}837$;
- для $\alpha = 0{,}05$ $\dot{\xi}_{0,05} = \frac{G_{0,05}}{G_p} = \frac{0{,}3643}{0{,}2350} = 1{,}550$.

- **За критерієм Бартлета** [9]:

Так як для схеми 2 обсяг виборок змінюється від $N_i = 4$ до 36 (для асоціації I) та від $N_i = 4$ до 12 (для асоціації II), то перевірку H_o рівності генеральних дисперсій σ_i^2 (однорідності вибіркових дисперсій S_i^2) для схеми 1 виконаємо також і за критерієм Бартлета (хі-квадрат) у формі [9]:

$$\chi_\alpha^2 = \chi_p^2 = \frac{1}{c}\left[f_2 \lg S^2 - \sum_{i=1}^{k}\left(f_i \lg S_i^2\right)\right], \qquad (43)$$

Таблиця 1. Числові статистичні характеристики сукупних пробних площ ялини, закладених за схемою 1.

k	Сукупні пробні площі	N_i	F_i [м^2]	$\sum_{j=1}^{N_i} x_{ij}$	$\bar{x}_i$ [од.]	S_i^2 [од.^{2}]	S_i [од.]	$\gamma_i = \frac{S_i}{\bar{x}_i}$	$\left(\frac{S_i}{\bar{x}_i}\right)^2$	$\frac{S_i^2}{\bar{x}_i}$ [од.]
Асоціація I										
1	10/2	4	625	18	4,500	4,333	2,082	0,463	0,214	0,963
2	10/2+1/4	4	1250	40	10,000	35,333	5,944	0,594	0,353	3,533
3	10/2+1/4+1/3	4	1875	53	13,250	40,920	6,397	0,483	0,233	3,088
4	10/2+1/4+1/3+2/1	4	2500	73	18,250	26,917	5,188	0,284	0,081	1,475
5	10/2+1/4+1/3+2/1+ +2/2	4	3125	127	31,750	0,917	0,957	0,030	0,001	0,029
6	10/2+1/4+1/3+2/1+ +2/2+2/3	4	3750	160	40,000	15,333	3,916	0,098	0,010	0,383
7	10/2+1/4+1/3+2/1+ +2/2+2/3+2/4	4	4375	197	49,250	12,250	3,500	0,071	0,005	0,249
8	10/2+1/4+1/3+2/1+ +2/2+2/3+2/4+2/5	4	5000	216	54,000	38,667	6,218	0,115	0,013	0,716
9	10/2+1/4+1/3+2/1+ +2/2+2/3+2/4+2/5+7/1	4	5625	230	57,500	53,667	7,326	0,127	0,016	0,933
Асоціація II										
1	1/1	4	625	24	6,000	6,000	2,450	0,408	0,167	1,000
2	1/1+7/4	4	1250	52	13,000	4,667	2,160	0,166	0,028	0,359
3	1/1+7/4+6/1	4	1875	63	15,750	4,917	2,217	0,141	0,020	0,312

Таблиця 2. Числові статистичні характеристики сукупних пробних площ ялини, закладених за схемою 2.

k	Сукупні пробні площі	N_i	F_i [м^2]	$\sum_{j=1}^{N_i} x_{ij}$	$\bar{x}_i$ [од.]	S_i^2 [од.^{2}]	S_i [од.]	$\gamma_i = \frac{S_i}{\bar{x}_i}$	$\left(\frac{S_i}{\bar{x}_i}\right)^2$	$\frac{S_i^2}{\bar{x}_i}$ [од.]
Асоціація I										
1	10/2	4	625	18	4,500	4,333	2,082	0,463	0,214	0,963
2	10/2+1/4	8	1250	40	5,000	10,571	3,251	0,650	0,423	2,114
3	10/2+1/4+1/3	12	1875	53	4,417	8,629	2,938	0,665	0,442	1,954
4	10/2+1/4+1/3+2/1	16	2500	73	4,563	7,063	2,658	0,583	0,339	1,548
5	10/2+1/4+1/3+2/1+ +2/2	20	3125	127	6,350	22,029	4,694	0,739	0,546	3,469
6	10/2+1/4+1/3+2/1+ +2/2+2/3	24	3750	160	6,667	20,232	4,498	0,675	0,455	3,035
7	10/2+1/4+1/3+2/1+ +2/2+2/3+2/4	28	4375	197	7,036	19,517	4,418	0,628	0,394	2,774
8	10/2+1/4+1/3+2/1+ +2/2+2/3+2/4+2/5	32	5000	216	6,750	19,871	4,458	0,660	0,436	2,944
9	10/2+1/4+1/3+2/1+ +2/2+2/3+2/4+2/5+7/1	36	5625	230	6,389	18,816	4,338	0,679	0,461	2,945
Асоціація II										
1	1/1	4	625	24	6,000	6,000	2,450	0,408	0,167	1,000
2	1/1+7/4	8	1250	38	4,750	5,071	2,252	0,474	0,225	1,068
3	1/1+7/4+6/1	12	1875	49	4,083	6,083	2,466	0,604	0,365	1,490

де $c = \frac{1}{\ln 10}\left\{1 + \frac{1}{3f_1}\left[\sum_{i=1}^{k}\left(\frac{1}{f_i}\right) - \frac{1}{f_2}\right]\right\}$; (44)

$$f_2 = \left(\sum_{i=1}^{k} N_i\right) - k; \quad (45)$$

$$S^2 = \sum_{i=1}^{k}\left(f_i \cdot S_i^2\right) \Big/ f_2; \quad (46)$$

$f_i = (N_i - 1)$ – число ступенів вільностей і-ої сукупної пробної площі; (47)

$f_1 = (k - 1)$; (48)

k – число дисперсій (число сукупних пробних площ).

Розрахунки χ_p^2 за схемою 1 (табл. 1) для асоціації I для ялини привели до таких результатів: k=9; N_i = 4 = const; $f_1 = (k-1) = 9 - 1 = 8$; $f_2 = \left(\sum_{i=1}^{k} N_i\right) - k = 36 - 9 = 27$; $f_i = (N_i - 1) = 4 - 1 = 3 = \text{const}$; c = 0,4879;

S^2 = 25,3708 од.^{2}; χ_p^2 = 11,430.

Табличне значення критерію Пірсона $\chi_\alpha^2 = \chi_т^2$ для рівня значущості α і числа ступенів вільностей $f_1 = 8$ дорівнює [10]:

- для α = 0,01 $\chi_{0,01}^2 = \chi_т^2 \{\alpha = 0,01;\ f_1 = 8\} = 20,09$;
- для α = 0,05 $\chi_{0,05}^2 = \chi_т^2 \{\alpha = 0,05;\ f_1 = 8\} = 15,51$.

Так як для ялини $\chi_p^2 < \chi_{0,01}^2$ та $\chi_p^2 < \chi_{0,05}^2$, то гіпотеза H_o підтверджується з рівнями значущості α = 0,01 і α = 0,05 за критерієм Бартлета, як і при застосуванні критерію Кохрана, при цьому, ступінь рівності ряду генеральних дисперсій особин ялини за схемою 1 асоціації I становить:

$$\dot{\xi}_\alpha = \frac{\chi_т^2}{\chi_p^2} = \frac{\chi_\alpha^2}{\chi_p^2}: \quad (49)$$

- для α = 0,01 $\dot{\xi}_{0,01} = \frac{\chi_{0,01}^2}{\chi_p^2} = \frac{20,09}{11,43} = 1,758$,
- для α = 0,05 $\dot{\xi}_{0,05} = \frac{\chi_{0,05}^2}{\chi_p^2} = \frac{15,51}{11,43} = 1,357$.

2. Ялина (схема 1, асоціація II) (табл. 1) k=3:

- **За критерієм Фішера [9]:**

$$F_P = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{6,0}{4,667} = 1,286. \quad (50)$$

Табличне значення критерію Фішера [8, 10]:

- для α = 0,01 $F_{0,01} = F_т \{\alpha = 0,01;\ f_1 = 4 - 1 = 3;\ f_2 = 4 - 1 = 3\} = 29,46$;
- для α = 0,05 $F_{0,05} = F_т \{\alpha = 0,05;\ f_1 = 3;\ f_2 = 3\} = 9,28$.

Таким чином, маємо нерівності: $F_P < F_{0,01}$ та $F_P < F_{0,05}$, що дає підстави прийняти H_o про рівність ряду генеральних дисперсій з α = 0,01 та α = 0,05 за критерієм Фішера, при цьому, ступінь рівності ряду генеральних дисперсій особин ялини за схемою 1, асоціації II:

- для α = 0,01 $\dot{\xi}_{0,01} = \frac{F_{0,01}}{F_P} = \frac{29,46}{1,286} = 22,908$;
- для α = 0,05 $\dot{\xi}_{0,05} = \frac{F_{0,05}}{F_P} = \frac{9,28}{1,286} = 7,216$.

- **За критерієм Кохрана [9]:**

Перевірка H_o про рівність ряду генеральних дисперсій за схемою 1 асоціації II (табл. 1) (k = 3) за критерієм Кохрана [9] дала такі результати:

$$G_p = \frac{S_{i\,max}^2}{\sum_{i=1}^{k=3} S_i^2} = \frac{6}{15,584} = 0,3850. \quad (51)$$

Таблиця 3. Числові статистичні характеристики сукупних пробних площ кедра, утворених за схемою 1.

k	Сукупні пробні площі	N_i	F_i [м²]	$\sum_{j=1}^{N_i} x_{ij}$	$\bar{x}_i$ [од.]	S_i^2 [од.²]	S_i [од.]	$\gamma_i = \frac{S_i}{\bar{x}_i}$	$\left(\frac{S_i}{\bar{x}_i}\right)^2$	$\frac{S_i^2}{\bar{x}_i}$ [од.]
Асоціація I										
1	10/2	4	625	41	10,250	8,917	2,986	0,291	0,085	0,870
2	10/2+1/4	4	1250	62	15,500	3,667	1,915	0,124	0,015	0,237
3	10/2+1/4+1/3	4	1875	74	18,500	3,667	1,915	0,104	0,011	0,198
4	10/2+1/4+1/3+2/1	4	2500	102	25,500	3,667	1,915	0,075	0,006	0,144
5	10/2+1/4+1/3+2/1+ +2/2	4	3125	162	40,500	51,000	7,141	0,176	0,031	1,259
6	10/2+1/4+1/3+2/1+ +2/2+2/3	4	3750	208	52,000	102,670	10,133	0,195	0,038	1,974
7	10/2+1/4+1/3+2/1+ +2/2+2/3+2/4	4	4375	239	59,750	32,250	5,679	0,095	0,009	0,540
8	10/2+1/4+1/3+2/1+ +2/2+2/3+2/4+2/5	4	5000	273	68,250	56,250	7,500	0,110	0,012	0,824
9	10/2+1/4+1/3+2/1+ +2/2+2/3+2/4+2/5+7/1	4	5625	298	74,500	97,000	9,849	0,132	0,018	1,302
Асоціація II										
1	1/1	4	625	34	8,500	19,000	4,359	0,513	0,263	2,235
2	1/1+7/4	4	1250	49	12,250	14,920	3,862	0,315	0,099	1,218
3	1/1+7/4+6/1	4	1875	67	16,750	48,250	6,946	0,415	0,172	2,881

Таблиця 4. Числові статистичні характеристики сукупних пробних площ кедра, закладених за схемою 2.

k	Сукупні пробні площі	N_i	F_i [м²]	$\sum_{j=1}^{N_i} x_{ij}$	$\bar{x}_i$ [од.]	S_i^2 [од.²]	S_i [од.]	$\gamma_i = \frac{S_i}{\bar{x}_i}$	$\left(\frac{S_i}{\bar{x}_i}\right)^2$	$\frac{S_i^2}{\bar{x}_i}$ [од.]
Асоціація I										
1	10/2	4	625	41	10,250	8,917	2,986	0,291	0,085	0,870
2	10/2+1/4	8	1250	62	7,750	17,929	4,234	0,546	0,299	2,313
3	10/2+1/4+1/3	12	1875	74	6,167	17,606	4,196	0,680	0,463	2,855
4	10/2+1/4+1/3+2/1	16	2500	102	6,375	13,850	3,722	0,584	0,341	2,173
5	10/2+1/4+1/3+2/1+ +2/2	20	3125	162	8,100	29,884	5,467	0,675	0,456	3,689
6	10/2+1/4+1/3+2/1+ +2/2+2/3	24	3750	208	8,667	29,536	5,435	0,627	0,393	3,408
7	10/2+1/4+1/3+2/1+ +2/2+2/3+2/4	28	4375	239	8,536	28,036	5,295	0,620	0,385	3,285
8	10/2+1/4+1/3+2/1+ +2/2+2/3+2/4+2/5	32	5000	273	8,531	31,289	5,594	0,656	0,430	3,668
9	10/2+1/4+1/3+2/1+ +2/2+2/3+2/4+2/5+7/1	36	5625	298	8,278	28,949	5,380	0,650	0,423	3,497
Асоціація II										
1	1/1	4	625	34	8,500	19,000	4,359	0,513	0,263	2,235
2	1/1+7/4	8	1250	49	6,125	14,982	3,871	0,631	0,399	2,444
3	1/1+7/4+6/1	12	1875	67	5,583	12,810	3,579	0,641	0,411	2,296

Табличне значення критерію Кохрана для числа дисперсій k=3, обсягу кожної виборки $N_i = 4$ та рівня значущості α відповідає [8]:

- для α = 0,01 $G_{0,01} = G_T\{\alpha = 0,01; k=3; N_i = 4\} = 0,8335$;
- для α = 0,05 $G_{0,05} = G_T\{\alpha = 0,05; k=3; N_i = 4\} = 0,7457$.

Так як для ялини $G_p < G_{0,01}$ і $G_p < G_{0,05}$, то H_o приймаємо про рівність ряду генеральних дисперсій з рівнями значущості α = 0,01 і α = 0,05 за критерієм Кохрана, при цьому ступінь рівності ряду генеральних дисперсій особин ялини за схемою 1 асоціації II становить:

- для α = 0,01 $\dot{\xi}_{0,01} = \frac{G_{0,01}}{G_p} = \frac{0,8335}{0,3850} = 2,165$;
- для α = 0,05 $\dot{\xi}_{0,05} = \frac{G_{0,05}}{G_p} = \frac{0,7457}{0,3850} = 1,937$.

- **За критерієм Бартлета** [9]. Розрахунки χ_p^2 за критерієм Бартлета для ялини за схемою 1, асоціація II привели до таких результатів:

$k=3$; $N_i = \text{const} = 4$; $f_i = (N_i - 1) = 4 - 1 = 3$; $f_1 = (k-1) = 4 - 1 = 3$; $f_2 = \left(\sum_{i=1}^{k} N_i\right) - k = 12 - 3 = 9$; $c = 0,4986$; $S^2 = 5,1947$ од.²; $\chi_p^2 = 0,047$.

Табличні значення критерію $\chi_т^2$ [10]:

- для α = 0,01 $\chi_{0,01}^2 = \chi_т^2\{\alpha = 0,01; f_1 = 2\} = 9,21$;
- для α = 0,05 $\chi_{0,05}^2 = \chi_т^2\{\alpha = 0,05; f_1 = 2\} = 5,99$.

Так як $\chi_p^2 < \chi_т^2$ для α = 0,01 та α = 0,05, то для ялини H_o приймається з рівнем значущості α = 0,01 і α = 0,05 за критерієм Бартлета, при цьому, ступінь рівності ряду генеральних дисперсій особин ялини за схемою 1, асоціації II становить:

- для α = 0,01 $\dot{\xi}_{0,01} = \frac{\chi_{0,01}^2}{\chi_p^2} = \frac{9,21}{0,047} = 195,96$;
- для α = 0,05 $\dot{\xi}_{0,05} = \frac{\chi_{0,05}^2}{\chi_p^2} = \frac{5,99}{0,047} = 127,45$.

3. **Ялина (схема 2, асоціація I) (табл. 2) k=9**:
   - **За критерієм Фішера** [9]:

$$F_P = \frac{S_5^2}{S_1^2} = \frac{22,029}{4,333} = 5,084.$$

Табличне значення критерію Фішера [8, 10]:

- для α = 0,01 $F_{0,01} = F_T\{\alpha = 0,01; f_5 = 19; f_1 = 3\} = 26,75$;
- для α = 0,05 $F_{0,05} = F_T\{\alpha = 0,05; f_5 = 19; f_1 = 3\} = 8,665$.

Таким чином, маємо нерівності: $F_P < F_{0,01}$ та $F_P < F_{0,05}$, що дає підстави прийняти H_o про рівність генеральних дисперсій з рівнем значущості α = 0,01 та α = 0,05 за критерієм Фішера, при цьому ступінь рівності генеральних дисперсій особин ялини за схемою 2, асоціації I становить:

- для α = 0,01 $\dot{\xi}_{0,01} = \frac{F_{0,01}}{F_P} = \frac{26,756}{5,084} = 5,262$;
- для α = 0,05 $\dot{\xi}_{0,05} = \frac{F_{0,05}}{F_P} = \frac{8,665}{5,084} = 1,704$.

- **За критерієм Бартлета [9]:**

Перевірка H_o про рівність ряду генеральних дисперсій за схемою 2 для асоціації I (табл. 2) привела до таких результатів:

$k=9$; $N_i = \text{var} = 3; 7; 11; 15; 19; 23; 27; 31; 35$; $f_1 = 8$; $f_2 = 171$; $c = 0,4492$; $S^2 = 17,388$ од.²; $\chi_p^2 = 10,510$.

Табличне значення критерію Пірсона $\chi_\alpha^2 = \chi_т^2\{\alpha; f_1\}$ дорівнює [10]:

- для α = 0,01 $\chi_{0,01}^2 = \chi_т^2\{\alpha = 0,01; f_1 = 8\} = 20,09$;
- для α = 0,05 $\chi_{0,05}^2 = \chi_т^2\{\alpha = 0,05; f_1 = 8\} = 15,51$.

Так як для ялини $\chi_p^2 < \chi_{0,01}^2$ та $\chi_p^2 < \chi_{0,05}^2$, то гіпотеза H_o про рівність ряду генеральних дисперсій особин ялини приймається для схеми 2 асоціації I з рівнем значущості α = 0,01 і α = 0,05 за критерієм Бартлета, при цьому, ступінь рівності ряду генеральних дисперсій особин ялини за схемою 2, асоціації I становить:

- для α = 0,01 $\dot{\xi}_{0,01} = \frac{\chi_{0,01}^2}{\chi_p^2} = \frac{20,09}{10,51} = 1,912$,
- для α = 0,05 $\dot{\xi}_{0,05} = \frac{\chi_{0,05}^2}{\chi_p^2} = \frac{15,51}{10,51} = 1,476$.

4. **Ялина (схема 2, асоціація II) (табл. 2) k = 3**:

- **За критерієм Фішера** [9]:

$$F_P = \frac{S_3^2}{S_2^2} = \frac{6,083}{5,071} = 1,20.$$

Табличне значення критерію Фішера [8, 10]:

- для $\alpha = 0,01$ $F_{0,01} = F_T \{\alpha = 0,01; f_3 = 11; f_2 = 7\} = 6,54$;
- для $\alpha = 0,05$ $F_{0,05} = F_T \{\alpha = 0,05; f_3 = 11; f_2 = 7\} = 3,60$.

Таким чином, маємо нерівності: $F_P < F_{0,01}$ та $F_P < F_{0,05}$, що дає підстави прийняти H_o про рівність генеральних дисперсій з $\alpha = 0,01$ та $\alpha = 0,05$ за критерієм Фішера, при цьому, ступінь рівності ряду генеральних дисперсій особин ялини за схемою 2, асоціації II становить:

- для $\alpha = 0,01$ $\dot{\xi}_{0,01} = \frac{F_{0,01}}{F_P} = \frac{6,54}{1,20} = 5,45$;
- для $\alpha = 0,05$ $\dot{\xi}_{0,05} = \frac{F_{0,05}}{F_P} = \frac{3,60}{1,20} = 3,0$.

- **За критерієм Бартлета** [9]:

Перевірка H_o про рівність ряду генеральних дисперсій за схемою 2 асоціації II (табл. 2) за критерієм Бартлета привела до таких результатів:

$k=3$; $N_i = var$; $f_1 = 3 - 1 = 2$; $f_2 = 24 - 3 = 21$; $c = 0,4719$; $S^2 = 5,734$ од.^{2}; $\chi_p^2 = 0,067$.

Табличне значення критерію Пірсона $\chi_\alpha^2 = \chi_\tau^2$ $\{\alpha; f_1\}$ дорівнює [10]:

- для $\alpha = 0,01$ $\chi_{0,01}^2 = \chi_\tau^2 \{\alpha = 0,01; f_1 = 2\} = 9,21$;
- для $\alpha = 0,05$ $\chi_{0,05}^2 = \chi_\tau^2 \{\alpha = 0,05; f_1 = 2\} = 5,99$.

Так як для ялини $\chi_p^2 < \chi_{0,01}^2$ та $\chi_p^2 < \chi_{0,05}^2$, то гіпотеза H_o про рівність ряду генеральних дисперсій приймається для схеми 2 асоціації II з рівнем значущості $\alpha = 0,01$ і $\alpha = 0,05$ за критерієм Бартлета, при цьому, ступінь рівності ряду генеральних дисперсій особин ялини за схемою 2, асоціації II становить:

- для $\alpha = 0,01$ $\dot{\xi}_{0,01} = \frac{\chi_{0,01}^2}{\chi_p^2} = \frac{9,21}{0,067} = 137,46$,
- для $\alpha = 0,05$ $\dot{\xi}_{0,05} = \frac{\chi_{0,05}^2}{\chi_p^2} = \frac{5,99}{0,067} = 89,40$.

5. **Кедр (схема 1, асоціація I) (табл. 3) k = 9**:

- **за критерієм Фішера** [9]:

$$F_P = \frac{S_6^2}{S_4^2} = \frac{102,67}{3,667} = 27,998. \quad (52)$$

Табличне значення критерію Фішера [8, 10]:

- для $\alpha = 0,01$ $F_{0,01} = F_T \{\alpha = 0,01; f_6 = 4 - 1 = 3; f_4 = 4 - 1 = 3\} = 29,50$;
- для $\alpha = 0,05$ $F_{0,05} = F_T \{\alpha = 0,05; f_6 = 3; f_4 = 3\} = 9,28$.

Таким чином, маємо нерівності: $F_P < F_{0,01}$, то H_o про рівність ряду генеральних дисперсій приймаємо з $\alpha = 0,01$, а так як $F_P > F_{0,05}$, то H_o про рівність генеральних дисперсій відкидаємо з $\alpha = 0,05$ за критерієм Фішера, при цьому, ступінь рівності ряду генеральних дисперсій особин кедра за схемою 1, асоціації I становить:

- для $\alpha = 0,01$ $\dot{\xi}_{0,01} = \frac{F_{0,01}}{F_P} = \frac{29,50}{27,998} = 1,054$;

а ступінь нерівності цих дисперсій становить:

- для $\alpha = 0,05$ $\dot{\xi}_{0,05} = \frac{F_P}{F_{0,05}} = \frac{27,998}{9,28} = 3,017$,

що вимагає перевірки H_o для $\alpha = 0,05$ за критерієм Кохрана і Бартлета.

- **За критерієм Кохрана.** Перевірка нульової гіпотези H_o про рівність ряду генеральних дисперсій за критерієм Кохрана [9] для схеми 1 асоціації I (k=9) дала такий результат:

$$G_p = \frac{S_{i\,max}^2}{\sum_{i=1}^{N} S_i^2} = \frac{102,67}{359,088} = 0,2859. \quad (53)$$

Табличне значення критерію Кохрана $G_\alpha = G_T$ для числа дисперсій k=9, обсягу кожної виборки $N_i = 4$ та рівня значущості α дорівнює [10]:

- $\alpha = 0,01$ $G_{0,01} = G_T \{\alpha = 0,01; k=9; N_i = 4\} = 0,4316$;

- $\alpha = 0,05$ $G_{0,05} = G_T \{\alpha = 0,05; k=9; N_i = 4\} = 0,3643$.

Так як для кедра $G_p < G_{0,01}$ і $G_p < G_{0,05}$, то гіпотеза H_o про рівність ряду генеральних дисперсій (однорідність ряду вибіркових дисперсій) приймається з рівнями значущості $\alpha = 0,01$ ($p = 1 - \alpha = 0,99$) та $\alpha = 0,05$ ($p = 0,95$), при цьому, ступінь рівності ряду генеральних дисперсій особин кедра за схемою 1, асоціації I за критерієм Кохрана становить:

- для $\alpha = 0,01$ $\dot{\xi}_{0,01} = \frac{G_{0,01}}{G_p} = \frac{0,4316}{0,2859} = 1,510$;
- для $\alpha = 0,05$ $\dot{\xi}_{0,05} = \frac{G_{0,05}}{G_p} = \frac{0,3643}{0,2859} = 1,274$.

- **За критерієм Бартлета**:

Розрахунки χ_p^2 за схемою 1 для асоціації I (табл. 3) привели до таких результатів:

$k=9$; $N_i = 4 = const$; $f_1 = (k-1) = 9 - 1 = 8$; $f_2 = \left(\sum_{i=1}^{k} N_i\right) - k = 36 - 9 = 27$; $f_i = (N_i - 1) = 4 - 1 = 3 = const$;

$c=0,4879$; $S^2 = 39,8987$ од.^{2}; $\chi_p^2 = 17,223$.

Табличне значення критерію Пірсона $\chi_\alpha^2 = \chi_\tau^2$ для рівня значущості α і числа ступенів вільностей $f_1 = 8$ дорівнює [10]:

- для $\alpha = 0,01$ $\chi_{0,01}^2 = \chi_\tau^2 \{\alpha = 0,01; f_1 = 8\} = 20,09$;
- для $\alpha = 0,05$ $\chi_{0,05}^2 = \chi_\tau^2 \{\alpha = 0,05; f_1 = 8\} = 15,51$.

Для кедра $\chi_p^2 < \chi_{0,01}^2$, а $\chi_p^2 > \chi_{0,05}^2$, то гіпотеза H_o підтверджується з $\alpha = 0,01$, що ставить під сумнів підтвердження H_o з $\alpha = 0,05$, прийнятої за критерієм Кохрана, при цьому, ступінь рівності ряду генеральних дисперсій особин кедра за схемою 1, асоціації I за критерієм Бартлета становить:

- для $\alpha = 0,01$ $\dot{\xi}_{0,01} = \frac{\chi_{0,01}^2}{\chi_p^2} = \frac{20,09}{17,2233} = 1,166$.

Остаточне рішення при прийнятті або відкиданні H_o з $\alpha = 0,05$ базується на таких припущеннях: критерій Кохрана у більшій мірі відповідає процедурі аналізу ($N_i = 4 = const$ для всіх виборок), ніж критерій Бартлета; ступінь невідповідності при прийнятті рішення про відкидання H_o з $\alpha = 0,05$ (нерівності ряду цих же дисперсій) за χ_α^2 становить:

- для $\alpha = 0,05$ $\dot{\xi}_{0,05} = \frac{\chi_p^2}{\chi_{0,05}^2} = \frac{17,223}{15,51} = 1,11$,

що близько до 1. А ступінь відповідності (рівності ряду дисперсій) при прийнятті H_o при $\alpha = 0,05$ за критерієм Кохрана становить: $\dot{\xi}_{0,05} = 1,274$, що більше, ніж за критерієм Бартлета $\dot{\xi}_{0,05} = 1,11$.

Таким чином, гіпотезу H_o про рівність генеральних дисперсій для кедра приймаємо і з $\alpha = 0,05$.

6. **Кедр (схема 1, асоціація II) (табл. 3) k = 3**:

- **За критерієм Фішера** [9]:

$$F_P = \frac{S_3^2}{S_2^2} = \frac{48,25}{14,92} = 3,234. \quad (54)$$

Табличне значення критерію Фішера [8, 10]:

- для $\alpha = 0,01$ $F_{0,01} = F_T \{\alpha = 0,01; f_3 = 3; f_2 = 3\} = 29,50$;
- для $\alpha = 0,05$ $F_{0,05} = F_T \{\alpha = 0,05; f_3 = 3; f_2 = 3\} = 9,28$.

Таким чином, маємо нерівності: $F_P < F_{0,01}$ та $F_P < F_{0,05}$, що дає підстави прийняти H_o про рівність генеральних дисперсій за критерієм Фішера, при цьому ступінь рівності ряду генеральних дисперсій особин кедра за схемою 1, асоціації II становить:

- для $\alpha = 0,01$ $\dot{\xi}_{0,01} = \frac{F_{0,01}}{F_P} = \frac{29,50}{3,234} = 9,122$;
- для $\alpha = 0,05$ $\dot{\xi}_{0,05} = \frac{F_{0,05}}{F_P} = \frac{9,28}{3,234} = 2,870$.

- **За критерієм Кохрана**. Перевірка H_o про рівність ряду генеральних дисперсій за схемою 1 асоціації II (табл. 3) (k = 3) за критерієм Кохрана [11] дала такі результати:

$$G_p = \frac{48,25}{82,17} = 0,5872. \quad (55)$$

Табличне значення критерію Кохрана для числа дисперсій k=3, обсягу кожної виборки $N_i = 4$ та рівня значущості α відповідає [8]:

- для α = 0,01 $G_{0,01} = G_T \{\alpha = 0,01; k=3; N_i = 4\} = 0,8335$;
- для α = 0,05 $G_{0,05} = G_T \{\alpha = 0,05; k=3; N_i = 4\} = 0,7457$.

Так як для кедра $G_p < G_{0,01}$ і $G_p < G_{0,05}$, то H_o приймаємо про рівність ряду генеральних дисперсій з рівнями значущості α = 0,01 і α = 0,05 за критерієм Кохрана, при цьому ступінь рівності ряду генеральних дисперсій особин кедра за схемою 1, асоціації II становить:

- для α = 0,01 $\dot{\xi}_{0,01} = \frac{G_{0,01}}{G_p} = \frac{0,8335}{0,5872} = 1,419$;
- для α = 0,05 $\dot{\xi}_{0,05} = \frac{G_{0,05}}{G_p} = \frac{0,7457}{0,5872} = 1,270$.

- **За критерієм Бартлета** [9]. Розрахунки χ_p^2 за схемою 1 асоціація II (табл. 3) привели до таких результатів:

k=3; N_i = const = 4; $f_i = (N_i - 1) = 4 - 1 = 3$; $f_1 = (k-1) = 4 - 1 = 3$; $f_2 = \left(\sum_{i=1}^{k} N_i\right) - k = 12 - 3 = 9$; c = 0,4986; $S^2 = 27,39$ од.^{2}; $\chi_p^2 = 1,063$.

Табличні значення критерію χ_τ^2 [10]:

$\chi_{0,01}^2 = \chi_\tau^2 \{\alpha = 0,01; f_1 = 2\} = 9,21$;

$\chi_{0,05}^2 = \chi_\tau^2 \{\alpha = 0,05; f_1 = 2\} = 5,99$.

Так як для кедра $\chi_p^2 < \chi_\tau^2$ для α = 0,01 та α = 0,05, то H_o приймається за критерієм Бартлета з рівнем значущості α = 0,01 і α = 0,05, при цьому, ступінь рівності ряду генеральних дисперсій особин кедра за схемою 1, асоціації II становить:

- для α = 0,01 $\dot{\xi}_{0,01} = \frac{\chi_{0,01}^2}{\chi_p^2} = \frac{9,21}{1,063} = 8,664$;
- для α = 0,05 $\dot{\xi}_{0,05} = \frac{\chi_{0,05}^2}{\chi_p^2} = \frac{5,99}{1,063} = 5,635$.

7. **Кедр (схема 2, асоціація I) (табл. 4) k = 9**:
   - **За критерієм Фішера** [9]:

$$F_P = \frac{S_8^2}{S_1^2} = \frac{31,289}{8,917} = 3,509. \quad (56)$$

Табличне значення критерію Фішера [8, 10]:

- для α = 0,01 $F_{0,01} = F_T \{\alpha = 0,01; f_8 = 32 - 1 = 31; f_1 = 4 - 1 = 3\} = 29,50$;
- для α = 0,05 $F_{0,05} = F_T \{\alpha = 0,05; f_8 = 31; f_1 = 3\} = 14,10$.

Таким чином, маємо нерівності: $F_P < F_{0,01}$ та $F_P < F_{0,05}$, що дає підстави прийняти H_o про рівність генеральних дисперсій з α = 0,01 та α = 0,05 за критерієм Фішера, при цьому, ступінь рівності ряду генеральних дисперсій особин кедра за схемою 2, асоціації I становить:

- для α = 0,01 $\dot{\xi}_{0,01} = \frac{F_{0,01}}{F_P} = \frac{26,50}{3,509} = 7,552$;
- для α = 0,05 $\dot{\xi}_{0,05} = \frac{F_{0,05}}{F_P} = \frac{14,10}{3,509} = 4,018$.

- **За критерієм Бартлета**. Перевірка H_o про рівність ряду генеральних дисперсій для особин кедра за схемою 2 для асоціації I (табл. 4) привела до таких результатів:

k=9; N_i = = var = 3; 7; 11; 15; 19; 23; 27; 31; 35; $f_1 = 8$; $f_2 = 171$; c = 0,4492; $S^2 = 26,555$ од.^{2}; $\chi_p^2 = 5,846$.

Табличне значення критерію Пірсона $\chi_\alpha^2 = \chi_\tau^2 \{\alpha; f_1\}$ дорівнює [ ]:

- для α = 0,01 $\chi_{0,01}^2 = \chi_\tau^2 \{\alpha = 0,01; f_1 = 8\} = 20,09$;
- для α = 0,05 $\chi_{0,05}^2 = \chi_\tau^2 \{\alpha = 0,05; f_1 = 8\} = 15,51$.

Так як кедра $\chi_p^2 < \chi_{0,01}^2$ та $\chi_p^2 < \chi_{0,05}^2$, то гіпотеза H_o про рівність ряду генеральних дисперсій приймається з рівнем значущості α = 0,01 і α = 0,05 за критерієм Бартлета, при цьому, ступінь рівності ряду генеральних дисперсій особин кедра за схемою 2, асоціації I становить:

- для α = 0,01 $\dot{\xi}_{0,01} = \frac{\chi_{0,01}^2}{\chi_p^2} = \frac{20,09}{5,846} = 3,437$;
- для α = 0,05 $\dot{\xi}_{0,05} = \frac{\chi_{0,05}^2}{\chi_p^2} = \frac{15,51}{5,846} = 2,653$.

8. **Кедр (схема 2, асоціація II) (табл. 4) k = 3**:
   - **За критерієм Фішера** [9]:

$$F_P = \frac{S_1^2}{S_3^2} = \frac{19,0}{12,81} = 1,483. \quad (57)$$

Табличне значення критерію Фішера [8, 10]:

- для α = 0,01 $F_{0,01} = F_T \{\alpha = 0,01; f_1 = 4 - 1 = 3; f_3 = 12 - 1 = 11;\} = 6,22$;
- для α = 0,05 $F_{0,05} = F_T \{\alpha = 0,05; f_1 = 3; f_3 = 11\} = 3,59$.

Таким чином, маємо нерівності: $F_P < F_{0,01}$ та $F_P < F_{0,05}$, що дає підстави прийняти H_o про рівність генеральних дисперсій з α = 0,01 та α = 0,05 за критерієм Фішера, при цьому, ступінь рівності ряду генеральних дисперсій особин кедра за схемою 2, асоціації II становить:

- для α = 0,01 $\dot{\xi}_{0,01} = \frac{F_{0,01}}{F_P} = \frac{6,22}{1,483} = 4,194$;
- для α = 0,05 $\dot{\xi}_{0,05} = \frac{F_{0,05}}{F_P} = \frac{3,59}{1,483} = 2,421$.

- **За критерієм Бартлета**. Перевірка H_o про рівність ряду генеральних дисперсій для кедра за схемою 2 для асоціації II (табл. 4) за критерієм Бартлета привела до таких результатів:

k=3; N_i = var; f_i = 3; 8; 11; $f_1 = 3 - 1 = 2$; $f_2 = 24 - 3 = 21$; c = 0,4719; $S^2 = 14,418$ од.^{2}; $\chi_p^2 = 0,188$.

Табличне значення критерію Пірсона $\chi_\alpha^2 = \chi_\tau^2 \{\alpha; f_1\}$ дорівнює [10]:

- для α = 0,01 $\chi_{0,01}^2 = \chi_\tau^2 \{\alpha = 0,01; f_1 = 2\} = 9,21$;
- для α = 0,05 $\chi_{0,05}^2 = \chi_\tau^2 \{\alpha = 0,05; f_1 = 2\} = 5,99$.

Так як для кедра $\chi_p^2 < \chi_{0,01}^2$ та $\chi_p^2 < \chi_{0,05}^2$, то гіпотеза H_o про рівність ряду генеральних дисперсій приймається з рівнем значущості α = 0,01 і α = 0,05 за критерієм Бартлета, при цьому, ступінь рівності ряду генеральних дисперсій особин кедра за схемою 2, асоціації II становить:

- для α = 0,01 $\dot{\xi}_{0,01} = \frac{\chi_{0,01}^2}{\chi_p^2} = \frac{9,21}{0,188} = 48,99$;
- для α = 0,05 $\dot{\xi}_{0,05} = \frac{\chi_{0,05}^2}{\chi_p^2} = \frac{5,99}{0,188} = 31,86$.

У табл. 5,6 приведені результати розрахунків числових характеристик особин ялини (табл. 5) та кедра (табл. 6) сукупних пробних площ, утворених для моделі асоціації I за схемою 2 за таблицею випадкових чисел від 0 до 22 (для ялини) та від 1 до 21 (для кедра), взятих з різних ділянок таблиці за рядками та за графами.

Перевірка нульової гіпотези H_o: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \ldots = \sigma_i^2 = \ldots = \sigma_k^2$ про статистичну рівність ряду генеральних дисперсій (однорідність ряду вибіркових дисперсій) за оцінками вибіркових дисперсій S_1^2, S_2^2, ... S_i^2,... S_k^2 відповідно дала такі результати:

9. **Ялина (схема 2, асоціація I) (табл. 5) k = 11**:
   - **За критерієм Фішера** [9]:

$$F_p = \frac{S_{i\,max}^2}{S_{i\,min}^2} = \frac{S_4^2}{S_{11}^2} = \frac{56,696}{39,829} = 1,423. \quad (58)$$

Табличні значення критерію Фішера за [8, 10]:

- для α = 0,01 $F_{0,01} = F_T \{\alpha = 0,01; f_{max} = f_4 = 16 - 1 = 15; f_{min} = f_{11} = 256 - 1 = 255\} = 2,121$;
- для α = 0,05 $F_{0,05} = F_T \{\alpha = 0,05; f_4 = 15; f_{11} = 255\} = 1,710$.

Таким чином, маємо нерівності: $F_P < F_{0,01}$ та $F_P < F_{0,05}$, що дозволяє прийняти H_o про рівність ряду генеральних дисперсій з рівнями значущості α = 0,01 та α = 0,05 за критерієм Фішера, при цьому, ступінь рівності ряду генеральних дисперсій особин ялини за схемою 2, асоціації I становить:

- для $\alpha = 0{,}01$ $\dot{\xi}_{0,01} = \frac{F_{0,01}}{F_P} = \frac{2{,}121}{1{,}423} = 1{,}491$;
- для $\alpha = 0{,}05$ $\dot{\xi}_{0,05} = \frac{F_{0,05}}{F_P} = \frac{1{,}710}{1{,}423} = 1{,}202$.

- **За критерієм Бартлета** [9]: тут за даними табл. 5,6 для ялини: k = 11; N_i = var від 4 до 256; $f_1 = k - 1 = 11 - 1 = 10$; $f_2 = 500 - 11 = 489$; $f_i = (N_i - 1) = 3; 7; 11; 15; 19; 23; 27; 31; 35; 63; 255$; C = 0,447; $S^2 = 44{,}576$ од.^{2}; $\chi^2_p = 3{,}554$.

Табличні значення χ^2_α за [10]:

- для $\alpha = 0{,}01$ $\chi^2_{0,01} = \chi^2_т \{\alpha = 0{,}01;\ f_1 = 10\} = 23{,}21$;
- для $\alpha = 0{,}05$ $\chi^2_{0,05} = \chi^2_т \{\alpha = 0{,}05;\ f_1 = 10\} = 18{,}31$.

Таким чином, маємо нерівності $\chi^2_p < \chi^2_{0,01}$ та $\chi^2_p < \chi^2_{0,05}$, що дозволяє прийняти H_o про рівність генеральних дисперсій з рівнями значущості $\alpha = 0{,}01$ і $\alpha = 0{,}05$ за критерієм Бартлета, при цьому, ступінь рівності ряду генеральних дисперсій особин ялини за схемою 2, асоціації I становить:

- для $\alpha = 0{,}01$ $\dot{\xi}_{0,01} = \frac{\chi^2_{0,01}}{\chi^2_p} = \frac{23{,}21}{3{,}554} = 6{,}531$;
- для $\alpha = 0{,}05$ $\dot{\xi}_{0,05} = \frac{\chi^2_{0,05}}{\chi^2_p} = \frac{18{,}31}{3{,}554} = 5{,}152$.

10. Кедр (схема 2, асоціація I) (табл. 6) k = 11:

- **За критерієм Фішера** [9]:

$$F_p = \frac{S^2_{i\,max}}{S^2_{i\,min}} = \frac{S^2_2}{S^2_7} = \frac{51{,}696}{34{,}201} = 1{,}512. \qquad (59)$$

Табличні значення критерію Фішера за [8, 10]:

- для $\alpha = 0{,}01$ $F_{0,01} = F_T \{\alpha = 0{,}01;\ f_2 = 8 - 1 = 7;\ f_7 = 28 - 1 = 27\} = 3{,}390$;
- для $\alpha = 0{,}05$ $F_{0,05} = F_T \{\alpha = 0{,}05;\ f_2 = 7;\ f_7 = 27\} = 2{,}375$.

Таким чином, маємо нерівності: $F_P < F_{0,01}$ та $F_P < F_{0,05}$, що дозволяє прийняти H_o про рівність ряду генеральних дисперсій з рівнями значущості $\alpha = 0{,}01$ та $\alpha = 0{,}05$ за критерієм Фішера, при цьому, ступінь рівності ряду генеральних дисперсій особин кедра за схемою 2, асоціації I становить:

- для $\alpha = 0{,}01$ $\dot{\xi}_{0,01} = \frac{F_{0,01}}{F_P} = \frac{3{,}390}{1{,}512} = 2{,}242$;
- для $\alpha = 0{,}05$ $\dot{\xi}_{0,05} = \frac{F_{0,05}}{F_P} = \frac{2{,}375}{1{,}512} = 1{,}571$.

- **За критерієм Бартлета** [9]: тут за даними табл. 6 для кедра: k = 11; N_i = var від 4 до 256; $f_1 = k - 1 = 11 - 1 = 10$; $f_2 = 500 - 11 = 489$; $f_i = (N_i - 1) = 3; 5; 11; 15; 19; 23; 27; 31; 35; 63; 255$; C = 0,447; $S^2 = 36{,}613$ од.^{2}; $\chi^2_p = 2{,}257$.

Табличні значення χ^2_α за [10]:

- для $\alpha = 0{,}01$ $\chi^2_{0,01} = \chi^2_т \{\alpha = 0{,}01;\ f_1 = 10\} = 23{,}21$;
- для $\alpha = 0{,}05$ $\chi^2_{0,05} = \chi^2_т \{\alpha = 0{,}05;\ f_1 = 10\} = 18{,}31$.

Таким чином, маємо нерівності $\chi^2_p < \chi^2_{0,01}$ та $\chi^2_p < \chi^2_{0,05}$, що дозволяє прийняти H_o про рівність ряду генеральних дисперсій з рівнями значущості $\alpha = 0{,}01$ та $\alpha = 0{,}05$ за критерієм Бартлета, при цьому, ступінь рівності ряду генеральних дисперсій особин кедра за схемою 2, асоціації I становить:

- для $\alpha = 0{,}01$ $\dot{\xi}_{0,01} = \frac{\chi^2_{0,01}}{\chi^2_p} = \frac{23{,}21}{2{,}257} = 10{,}284$;
- для $\alpha = 0{,}05$ $\dot{\xi}_{0,05} = \frac{\chi^2_{0,05}}{\chi^2_p} = \frac{18{,}31}{2{,}257} = 8{,}113$,

що стверджує більшу однорідність вибіркових дисперсій особин кедру, ніж ялини в моделі сукупних пробних площ, створених за таблицею випадкових чисел.

Таблиця 5. Числові статистичні характеристики розподілу умовних особин ялини сукупних пробних площ, утворених за схемою 2 за таблицею випадкових чисел від 0 до 22 (математична модель асоціації I).

k	F_i [м^2]	N_i	$\sum_{j=1}^{N_i} x_{ij}$	Ялина					
				$\bar{x}_i$ [од.]	S_i^2 [од.^{2}]	S_i [од.]	$\gamma_i = \frac{S_i}{\bar{x}_i}$	$\left(\frac{S_i}{\bar{x}_i}\right)^2$	$\frac{S_i^2}{\bar{x}_i}$ [од.]
1	625	4	34	8,500	43,667	6,608	0,777	0,604	5,137
2	1250	8	65	8,125	55,839	7,473	0,920	0,846	6,873
3	1875	12	109	9,083	56,265	7,501	0,826	0,682	6,194
4	2500	16	157	9,813	56,696	7,530	0,767	0,589	5,778
5	3125	20	1840	9,200	50,800	7,127	0,775	0,600	5,522
6	3750	24	227	9,458	52,172	7,223	0,764	0,583	5,516
7	4375	28	283	10,107	51,729	7,192	0,712	0,506	5,118
8	5000	32	317	9,906	48,733	6,981	0,705	0,497	4,919
9	5625	36	371	10,306	49,418	7,030	0,682	0,465	4,795
10	10.000	64	702	10,969	45,205	6,724	0,613	0,376	4,121
11	40.000	256	2974	11,617	39,829	6,311	0,543	0,295	3,429

Таблиця 6. Числові статистичні характеристики розподілу умовних особин кедра сукупних пробних площ, утворених за схемою 2 за таблицею випадкових чисел від 1 до 21 (математична модель асоціації I).

k	F_i [м^2]	N_i	$\sum_{j=1}^{N_i} x_{ij}$	Кедр					
				$\bar{x}_i$ [од.]	S_i^2 [од.^{2}]	S_i [од.]	$\gamma_i = \frac{S_i}{\bar{x}_i}$	$\left(\frac{S_i}{\bar{x}_i}\right)^2$	$\frac{S_i^2}{\bar{x}_i}$ [од.]
1	625	4	34	8,500	43,667	6,608	0,777	0,604	5,137
2	1250	8	67	8,375	51,696	7,190	0,859	0,737	6,173
3	1875	12	124	10,333	50,242	7,088	0,686	0,471	4,862
4	2500	16	157	9,813	41,096	6,411	0,653	0,427	4,188
5	3125	20	190	9,500	43,842	6,621	0,697	0,486	4,615
6	3750	24	239	9,958	39,520	6,287	0,631	0,399	3,969
7	4375	28	284	10,143	34,201	5,848	0,577	0,333	3,372
8	5000	32	332	10,375	37,597	6,132	0,591	0,349	3,624
9	5625	36	369	10,250	38,707	6,222	0,607	0,368	3,776
10	10.000	64	734	11,469	36,888	6,074	0,530	0,281	3,216
11	40.000	256	2983	11,652	34,243	5,852	0,502	0,252	2,939

Таким чином, рівність ряду генеральних дисперсій особин ялини і кедра з рівнями значущості $\alpha = 0{,}01$ та $\alpha = 0{,}05$, розподілених на пробних площах, закладених за схемами 1 і 2 об'єднань вихідних площ для асоціації I (чорнично-зеленомохової структури) та асоціації II (сфагнової структури) дозволяє обґрунтовано проводити подальший статистичний аналіз, що пов'язаний із статистичними процедурами та знаходженням характеристик розподілу особин кедра та ялини.

Висновки

1. Розроблений метод і процедури визначення характеру просторового розподілу особин кедра та ялини на пробних площах за схемою 1 (коли вихідні базові площі об'єднують, а число елементарних комірок лишається сталим при зростанні їх розмірів) та за схемою 2 (коли площі об'єднують так, що кількість елементарних комірок зростає при сталому розмірі елементарної комірки).
2. Метод і процедури полягають в тому, що розраховують вибіркові числові, групові та інтервальні характеристики, доводиться правдивість нульових гіпотез про рівність ряду генеральних дисперсій за оцінками вибіркових характеристик.
3. Для надійності висновків при прийнятті або відкиданні нульових гіпотез та побудови довірчих інтервалів для генеральних дисперсій і генеральних середніх та інших статистичних оцінок використали стандартні розподіли Фішера, Кохрана та Бартлета та два рівні значущості 1 і 5 %, а також при побудові довірчих інтервалів для генеральних дисперсій використали два табличних критерії Z_α та χ^2_α.
4. Для порівняння з еталонним розподілом проведений дисперсійний аналіз математичної моделі, виборка для якої створена за таблицею випадкових чисел.
5. Вперше в науковий обіг у математичні методи в біології введено поняття ступеня статистичної рівності (нерівності) двох або ряду генеральних дисперсій за критеріями Фішера, Кохрана, Бартлета і двох або

ряду математичних сподівань за критерієм Стьюдента та ступеня статистичної прийнятності або відкидання нульових гіпотез за критеріями Фішера, Стьюдента та Пірсона.

6. Виявлено, що генеральні дисперсії просторового розподілу особин кедра та ялини для двох схем, асоціацій та математичної моделі за випадковими числами є рівними в статистичному смислі.

Література

1. Жиляєв Г.Г. Структура популяцій рідкісних видів флори Карпат / Г.Г. Жиляєв, Ю.Й. Кобів, М.М. Мамчур. – К.: Наукова думка, 1998. – С.101-119: іл.
2. Анализ структуры древесных ценозов / А.И.Бузыкин, В.Л.Гавриков, О.П.Секретенко, Р.Г.Хлебопрос; под ред. Д.М.Киреева. – Новосибирск: Наука, 1985. – 95 с.: ил.
3. Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценотических популяций растений / Ю.А. Злобин. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1989. – 148 с.: ил.
4. Дідух Я.П. Популяційна екологія / Я.П. Дідух. – К.: Фітосоціоцентр, 1998. – 192 с.: іл., табл.
5. Гиляров А.М. Популяционная экология / А.М. Гиляров. – М.: Изд-во Москов. ун-та, 1990. – 192 с.: ил., табл.
6. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента: Учебное пособие / А.А. Спиридонов, Н.Г. Васильев. – Свердловск: Изд-во Урал. политехн. ин-та, 1975. – 150 с.: ил., табл. – Библиогр.: с. 147-148 (23 наименов.).
7. Венецкий И.Г. Теория вероятностей и математическая статистика / И.Г. Венецкий, Г.С. Кильдишев. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Статистика, 1975. – 264 с.: ил., табл. – Приложения: с. 255-264 (9 табл.).
8. Зажигаев Л.С. Методы планирования и обработки результатов физического эксперимента / Л.С. Зажигаев, А.А. Кишьян, Ю.И. Романиков. – М.: Атомиздат, 1978. – 232 с.: ил., табл. – Приложение: с. 144-229 (16 табл.). – Библиогр.: с. 230-231.
9. Степнов М.Н. Статистическая обработка результатов механических испытаний / Михаил Никитович Степнов. – М.: Машиностроение, 1972. – 232 с.: ил., табл. – Библиогр.: с. 229-230 (36 наимен.).
10. Бендат Дж.С. Измерение и анализ случайных процессов / Дж.С. Бендат, А.Г. Пирсол; пер. с англ. Г.В.Матушевского, В.Е.Привальского; под ред. И.Н.Коваленко. – М.: Мир, 1971. – 408 с. – Перевод за изд.: Measurement and analysis of random data / Julius S. Bendat, Allan G. Piersol. – John Wiley and Sons, Inc. – New York-London-Sydney, 1967.: ил., табл. – Предмет. указатель: с. 403-408. – Библиогр.: с. 400-402 (59 наименов.).
11. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента / Владислав Борисович Тихомиров. – М.: Легкая индустрия, 1974. – 264 с.: ил., табл. – Приложение: с. 255-257 (4 табл.). – Библиогр.: с. 258-261 (99 наименов.).
12. Жлуктенко В.І. Теорія ймовірностей і математична статистика: навч.-метод. посібник [для студ. економ. вищ. навч. заклад.]: У 2-х ч. – Ч. ІІ. Математична статистика / В.І. Жлуктенко, С.І Наконечний, С.С. Савіна; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист № 14 / 18.2-183 від 27.02.2001 р.]. – К.: Київ. нац. економ. ун-т, 2001. – 336 с.: іл., табл. – Теор. запит. та завдання до теми в кінці теми. – Лаб. роб. після тем 14, 15. – Додатки: с. 242 – 246, 292 – 331. – Бібліогр.: с. 246 (4 назви).– ISBN 966–574–265 – 5.
13. Неділько С.А. Математичні методи в хімії: підручник [для студ. хім. спеціал. вищ. навч. закладів] / Сергій Неділько; [Мін-во освіти інауки України; гриф: лист № 1 / 11-1536 від 13.04.2004 р.]. – К.: Либідь, 2005. – 256 с.: іл. – Завдання для самостійн. роботи та бібліогр. в кінці розд. – ISBN 966 – 06 – 03843.
14. Іванюта І.Д. Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики: навч. посібник [для студ. економ. спеціал. вищ. навч. заклад.] / І.Д. Іванюта, В.І. Рибалка, І.А. Рудоміно-Дусятська; [Мін-во освіти інауки України; гриф: лист № 14 / 18.2-271 від 11.02.2003 р.]. – К.: Слово, 2003. – 271 с:. іл., табл. – Завдання до самостійн. роботи: с. 235 – 261 (15 завд.). – Додатки: с. 262 – 267 (6 табл.). – Бібліогр.: с. 268 (6 назв). – ISBN 966 – 8407 – 01 – 6.
15. Волощенко А.Б. Теорія ймовірностей та математична статистика: навч.-метод. посібник для самост. вивчення дисц. [для студ. економ. спеціал. вищ. навч. заклад.] / А.Б. Волощенко, І.А. Джалладова; [Мін-во освіти інауки України; гриф: лист № 14 / 18.2-613 від 22.03.2002 р.]. – К.: Київ. Нац. економ. ун-т, 2003. – 256 с.: іл., табл. – Приклади розв. завдань і вправи для самост. розв'язання в кінці розд. – Блочно-модул. контроль: с. 183 – 203 (9 варіантів). – Відповіді: с. 204 – 216. - – Бібліогр.: с. 217 (18 назв). – Додатки: с. 218 – 254 (8 табл.). – ISBN 966 – 574 – 459– 3.
16. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при порске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – 2-е изд., перераб. и допол. – М.: Наука, 1976. – 280 с.: ил., табл. – Библиогр. в конце гл.
17. Ахназарова С.Л. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологи / С.Л. Ахназарова, В.В. Кафаров. – М.: Высш. шк., 1978. – 320 с.: ил., табл. – Библиогр.: с. 302 – 303 (53 наимен.). – Приложения: с. 304 – 317 (14 табл.).
18. Бейли Н. Статистические методы в биологии / Норман Бейли; пер. с англ. В.П. Смилги; под ред., предисловии В.В. Налимова. – М.: Мир, 1963. – 272 с. Перевод за изд.: Statistical Methods in Biology by Norman T. J. Bailey, M.A., D.S.C. Reader in Biometry, University of Oxford. – The English Universities Press Ltd., 1959. – ил., табл. – Библиогр.: с. 7 (5 наим.), с. 222 (9 наим.). – Руковод. по применению статист. формул: с. 223 – 259. – Прилож.: с. 260 – 267 (5 табл.).
19. Сигорский В.П. Математический апарат инженера / Виталий Петрович Сигорский. – 2-е изд., стереотип. – К.: Техніка, 1977. – 768 с.: – ил., табл. – Библиогр. в конце гл. – Предмет. указ.: с. 752 – 764.
20. Федоров В.В. Теория оптимального эксперимента (планирование регрессионных экспериментов): монография / Валерий Вадимович Федоров. – М.: Наука, 1971. – 312 с.: ил., табл. – Библиогр.: с. 309 – 312 (79 наим.).
21. Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. Корн, Т. Корн. – 4-е изд.; пер. с англ. И.Г. Арамановича, А.М. Березмана, И.А. Вайнштейна и др.; под общ. ред. И.Г. Арамановича. – М.: Наука, 1978. – 832 с. – Перевод за изд.: Mathematical Handbook for Scientists and Engineers Definitions, Theorems and Formulas for Reference and Review. – Second, Enlargend and Revised Edition / Granino A. Korn, Ph. D., Theresa M. Korn, M.S. – NcGraw-Hill Book Company: New York-San Francisco-Toronto-London-Sydney, 1968. – ил., табл. – Библиогр.: с. 796 – 800 (183 наим.). – Указ. важн. обозн.: с. 801 – 803. – Предмет. указ.: с. 804 – 831. – Перечень табл. по гл.: с. 20 – 22.
22. Налимов В.В. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов / В.В. Налимов, Н.А. Чернова. – М.: Наука, 1965. – 340 с.: ил., табл. – Библиогр.: с. 328 – 338 (204 наим.). – Предмет. указ.: с. 339 – 340. – Приложения: с. 309 – 327 (I. Элементы матричной алгебры. Симплексы. II. Планы дробных реплик).
23. Лакин Г.Ф. Биометрия: Учеб. пособие [для биол. спец. вузов] / Георгий Филиппович Лакин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.: ил., табл. – Прилож.: с. 319 – 345 (26 мат. табл.). - Библиогр.: с. 346 – 347 (58 наим.). – Предмет. указ.: с. 348 – 350.
24. Дэниел К. Применение статистики в промышленном эксперименте / Кутберт Дэниел; пер. с англ. под ред. Э.К. Лецкого. – М.: Мир, 1979. – 301 с. – Перевод за изд.: Applications of statistics to industrial experimentation / Cuthbert Daniel. – John Wiley and Sons. – New York-London-Sydney-Toronto, 1976.: ил., табл. – Библиогр.: с. 289 – 292 (92 наим.). – Предмет. указатель: с. 293 – 294. – Приложения в конце гл.
25. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов / [К. Хартман, Э. Лецкий, В. Шефер и др.]; пер. с нем. Г.А. Фоминой, Н.С. Лецкого; под ред. Э.К. Лецкого. – М.: Мир, 1977. – 552 с. Перевод за изд.: Statistische Versuchsplanung und–auswertung in der Stoffwirt–shaft / von einem Autorenkollektiv Herausgeber: Klaus Hartmann, Eduard Lezki, Wolgang Schäfer. – VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1974.: ил., табл. – Библиогр. в конце гл. – Мат. приложения: с. 516 – 540. – Предмет. указатель: с. 541 – 547.
26. Уайлд Д. Дж. Методы поиска экстремума. Серия: Теоретические основы технической кибернетики / Дуглас Дж. Уайлд; пер. с англ. А.Н. Кабалевского, Е.П. Маслова, В.Д. Спиридонова; под ред. А.А. Фельдбаума. – М.: Наука, 1967. – 268 с. Перевод за изд.: Optimum seeking methods / Douglass J. Wilde. – Department of chemical Enginnering Stanford University. – Prentice-Hall, Inc. – Englewood Cliffs, N.J., 1964.: ил., табл. – Упражнения в конце гл. – Библиогр.: в подстроч. примеч. – Предмет. указатель: с. 265 – 267.
27. Биометрический анализ в биологии = Biometrical analysis in biology: [собрание науч. работ / отв. ред. Г.Н. Зайцев]. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982. – 160 с.: ил., табл. – Библиогр. в конце ст.
28. Воробьев Ф.П. Математическое планирование эксперимента в биохими и медицине / Ф.П. Воробьев, Н.К. Голобородько, А.М. Мануйлова. – Харьков: Вища шк., 1977. – 144 с.: ил., табл. – Библиогр.: с. 139 – 142 (71 наим.). – Приложение: с. 136 – 138 (5 табл.).
29. Кассандрова О.Н. Обработка результатов наблюдений: Учеб. пособие [для студ. высш. учеб. завед.] / О.Н. Кассандрова, В.В. Лебедев. – М.: Наука, 1970. – 104 с.: ил., табл. – Библиогр.: с. 103 – 104 (28 наимен.). – Приложения: с. 91 – 102 (6 табл.).
30. Налимов В.В. Логические основания планирования эксперимента / В.В. Налимов, Т.И. Голикова. – М.: Металлургия, 1976. – 128 с.: ил., табл. – Библиогр.: с. 126 – 128 (81 наим.).
31. Большев Л.Н. Таблицы математической статистики / Л.Н. Большев, Н.В. Смирнов. – М.: Наука, 1965. – Табл. 4.5 а.
32. Смирнов Н.В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений / Н.В. Смирнов, И.В. Дунин-Барковский. – М.: Наука, 1965. – Табл. II.
33. Хикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента / Пер. с англ. – М.: Мир, 1967. – 406 с.
34. Нелинейная корреляция и регрессия / С.Н. Воловельская, А.И. Жилин, С.А. Кулиш, В.Б. Сивый. – К.: Техніка, 1971. – 130 с.

Автори висловлюють щиру подяку к.х.н., доценту Мідак Л.Я. за цінні зауваження, консультації та допомогу при підготовці статті до друку.

Стаття поступила до редакції 6.05.2008 р.; прийнята до друку 12.05.2008 р.

Сіренко О.Г. – провідний інженер відділу природної флори;
Кузишин О.В. – асистент кафедри теоретичної і прикладної хімії, магістр.

Рецензент: кандидат хімічних наук Мідак Л.Я., доцент кафедри теоретичної і прикладної хімії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1. Засновник Вісника Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Серія Біологія (далі Вісник) – Державний вищий навчальний заклад «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника».

1.2. Вісник зареєстрований Міністерством юстиції України: Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації серія КВ №13139–2023Р від 25.07.2007 р.

1.3. Вісник є науковим збірником і приймає до розгляду наукові статті за результатами досліджень (від 3 до 20 сторінок) і наукові оглядові статті (до 16 сторінок), рецензії та матеріали на правах дискусії за такою тематичною спрямованістю:

- ботаніка;
- зоологія;
- генетика;
- біохімія (біологічні науки);
- цитологія;
- фізіологія та анатомія людини і тварин;
- медична біологія;
- екологія (біологічні науки);
- агрохімія та ґрунтознавство;
- палеонтологія;
- радіобіологія;
- біотехнологія;
- лісознавство;
- математичні методи в біології;
- українська біологічна термінологія та номенклатура;
- новітні навчальні програми з біології;
- новітні методи та методології наукових досліджень в біології;
- науково-методичні та навчально-методичні розробки з біології.

1.4. Вісник видається українською та англійською мовами і має статус вітчизняного, сфера розповсюдження – загальнодержавна. Вісник є фаховим виданням з біологічних наук.

1.5. Вісник адресується такій категорії читачів: викладачі, студенти, наукові співробітники вищих навчальних закладів, наукові співробітники науково-дослідних інститутів Національної Академії Наук України та Академій галузевих Міністерств України.

1.6. Вісник друкує переважно статті викладачів, аспірантів і студентів Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника і, в першу чергу, його базових підрозділів з біології: кафедри біології та екології, біохімії, кафедри анатомії та фізіології людини і тварин, кафедри лісознавства, кафедри агрохімії та ґрунтознавства.

1.7. Окрім статей і оглядів Вісник публікує: повідомлення обсягом від 1 до 3 сторінок, які містять абсолютно нові результати і потребують термінового оприлюднення для захисту пріоритету; статті на замовлення (не більше 1 статті у випуск, обсягом до 10 сторінок), які є узагальненням і узгодженням власних досліджень і публікацій і становлять загальний інтерес для широкого кола читачів, а також новітні навчальні програми або науково-методичні та навчально-методичні розробки з біології. Вісник не публікує серійні (з продовженням) статті.

1.8. Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, Серія Біологія, починаючи з IX випуску 2007 р., є правонаступником Вісника Прикарпатського університету. Серія Біологія, випусків I (2001 р.), II (2002 р.), III (2002 р.), IV (2004 р.), V (2005 р.), VI (2006 р.), VII-VIII (2007 р.).

1.9. Стаття, яка подається для публікації, повинна містити: текст статті, рисунки, підписи до них, таблиці, реферати українською і англійською мовами, відомості про установу (установи), де виконана робота та її адресу, відомості про авторів (науковий ступінь, вчене звання, посада тощо).

1.10. Два примірника надрукованої статті українською або англійською мовами (допускаються статті на латині, німецькою, іспанською або польською мовами) подаються разом з комп'ютерним диском (дискетою), який містить ідентичну електронну версію статті. Текст статті повинний бути збережений у MS Word (*.rtf,*.doc) форматі; рисунки приймаються у форматах: TIFF, GIF,

BMP, CDR, Mathcad, Microcal Origin (*.opj). Рисунки, що виконані пакетами математичної та статистичної обробки, повинні бути конвертовані у вищенаведені графічні формати.

1.11. Усі статті, повідомлення, огляди тощо, які подаються у Вісник, рецензуються в редакції членами редакційної колегії, а за рішенням редакційної колегії – зовнішніми рецензентами. Автори – члени редколегії – публікують статті виключно за зовнішньою рецензією без експертного висновку і несуть повну відповідальність за подану інформацію. Всі решта авторів подають разом із статтею до редакції експертний висновок про можливість відкритої публікації статті (для авторів з України та країн СНД) та лист-направлення установи, у якій виконані дослідження і результати яких представлені у статті. При відсутності експертного висновку всю відповідальність за подану інформацію несуть автори.

1.12. Вісник як періодичне видання підписується до друку виключно за рішенням вченої ради університету, про що зазначається у вихідних даних.

1.13. Наклад Вісника становить 300 примірників.

1.14. Видавництво або університет здійснює розсилку примірників Вісника у фонди бібліотек України, перелік яких затверджено ВАК України.

1.15. Редакційна колегія Вісника та видавництво гарантує повне дотримання вимог редакційного оформлення Вісника згідно з чинними державними стандартами України.

1.16. Рукописи надсилаються за адресою: Редакція Вісника Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, Інститут природничих наук, вул. Галицька, 201, авд. 505 (5-й поверх), Івано-Франківськ, 76000, Україна. E-mail: brat libo@yahoo.co.uk tel.: +38.0342.77.80.82; +38.0342.58.33.29; +38.0342.50.37.53; +380979689207.

2. Рукопис статті повинний бути виконаний згідно наступних правил:

2.1. Обсяг звичайної статті не може перевищувати 20 сторінок формату А4, набраний через 1 інтервал без переносів, шрифт Times New Roman 10-12 кегль, з полями 25 мм зі всіх боків.

2.2. Загальна структура статті:

перша сторінка:

- Коди УДК або PACS.
- Назва статті (16 кегль) відзначається жирним шрифтом.
- Ініціали та прізвище(а) автора(ів).
- Установа, де виконана робота (назва установи, відомча приналежність, індекс і повна поштова адреса, телефони, факс, адреса електронної пошти). Якщо колектив авторів включає співробітників різних установ, то слід вказати місце роботи кожного автора.
- Резюме українською мовою: обсягом до 200 слів. Ключові слова: до 12 слів. Допускається використання нероздільних термінів, що складаються з двох або трьох слів.
- Резюме англійською мовою: обсягом до 200 слів. Перед текстом резюме вказується ініціали, прізвища всіх авторів, назва статті, адреса організації (для кожного з авторів). Ключові слова (Key words).
- У разі представлення статті німецькою, польською, іспанською мовою або на латині додатково подається резюме на мові оригіналу.
- Під текстом резюме розміщується: стаття поступила до редакції (дата); прийнята до друку (дата). Дати визначає редакційна колегія.
- Текст: використовується шрифт Times New Roman 10-12 кегль через 1 інтервал. Заголовки розділів (14 кегль), заголовки підрозділів (11 кегль) відзначаються жирним шрифтом. Текст розміщується на аркуші А4 з полями 25 мм у одну колонку розміром 160 мм.

Текст статті повинен містити такі *складові частини*:

- Вступ, в якому висвітлюється історія питання, огляд останніх досліджень та їх критичний аналіз, постановка проблеми, формулювання завдання та мети досліджень.
- І. Експериментальна частина, у якій дається опис вихідних матеріалів для досліджень, їх ступінь чистоти та агрегатний і фазовий стани; технологія приготування проміжних і кінцевих продуктів; прилади, методи та методологія досліджень; математичні методи планування експерименту та статистичної обробки експериментальних даних.

- II. Результати та обговорення. Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.
- Висновки та рекомендації; наукова новизна та практична цінність отриманих даних.
- Список використаних джерел інформації: Посилання на літературу повинні нумеруватись послідовно у порядку їх появи в тексті статті у квадратових дужках, наприклад [5], [1-7], [1, 5, 10-15] тощо.

Бібліографічний опис літератури оформлюється згідно: ГОСТ 7.1–84. СИБИД. «Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления»; ДСТУ 3582–97 «Інформація та документація. Скорочення слів в українській мові в бібліографічному описі. Загальні вимоги та правила»; ГОСТ 7.12–93 «Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила»; ДСТУ 3008–95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення»; «Довідник здобувача наукового ступеня» (2000 р., с. 23–24, 28–30), «Бюлетень Вищої атестаційної комісії України. Спеціальний випуск», 2000, с. 15–16; «Бюлетень Вищої атестаційної комісії України», форма 23.–2007.–№6.–С. 23–25 та вимог до електронних версій видання, що розміщується на сайті Національної бібліотеки ім. В.І. Вернадського НАНУ України (http: // www. Nbuv. ua /), наприклад, «Вісника Донецького університету».

Приклади оформлення бібліографічного опису у списку джерел інформації, який наводять у статті:

КНИГИ, МОНОГРАФІЇ

Однотомний документ

Один автор

1. Бейли Н. Статистические методы в биологии / Норман Т. Дж. Бейли; [пер. с англ. В.П. Смилги] / Под ред. и предислов. В.В. Налимова. – М.:, 1963. – 272 с. – Перевод. за вид.: STATISTICAL METHODS IN BIOLOGY by NORMAN T. J. BAILEY, M.A., D.S.C. READER in Biometry, University of Oxford (THE ENGLISH UNIVERSITIES PRESS LTD., 1959): ил., табл. – Библиогр.: с.7 (5 наимен.), с. 222 (9 наимен.). – Краткое руковод. по применению статист. формул: с. 223 – 259. – Приложения: с. 260 – 267 (5 табл.).
2. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія: підруч. [для студ. вищ. медич. та фармацевт. заклад. освіти III-IV рівня акредит.] / Юрій Губський [Рек. Мін-вом охорони здоров'я України: протокол №1 від 10.02.2004 р.]. – [Вид. 2-ге, доопрац. та допов.]. – Київ-Вінниця: Нова книга, 2007. – 432 с.: іл., табл. – Бібліогр.: с. 408 – 409 (програма, тематич. план лекцій, тематич. план лабор. і практ. занять та перелік контр. питань з біологічної хімії). – Предмет. покажчик: с. 410 -431. – ISBN 978 – 966 – 382 – 045 – 3.
3. Посудін Ю.І. Біофізика рослин: підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / Юрій Посудін; [М-во освіти і науки України ; гриф: лист №1 / 11-3141 від 21.07.2003 р.]. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 256 с.: іл., табл., портр. – Додаток: с. 241 – 247 (фізичні сталі, множники і префікси для творення кратних і часткових величин, одиниці вимірювання і розмірності фізичних величин, грецький та латинський алфавіти). – Бібліогр.: с. 248 – 252 (74 назви) та в підрядк. прим. – Реклама нових книг видавництва «Нова книга»: с. 253 – 254 (13 назв). – ISBN 966 – 7890 – 98 – 8.
4. Гродзинський Д.М. Радіобіологія: підручник [для студ. біолог. спеціальн. вищ. навч. закл.] / Дмитро Гродзинський; [М-во освіти і науки України; гриф: лист №14 /18.2 – 964 від 26.06.2001 р.]. – [2-ге вид.]. – К.: Либідь, 2001. – 448 с.: іл., табл., портр., відомості про автора. – Імен. покажчик: с. 430 – 437. – Бібліогр. в підрядк. прим. – ISBN 966 – 06 – 0204 – 9 (в опр.).
5. Ли Ч. Введение в популяционную генетику / Ч.Ч. Ли; [пер. с англ. Е.А. Салменковой, Е.Я. Тетушкина; под ред.. Ю.П. Алтухова, Л.А. Животовского]. – М.: Мир, 1978. – 557 с.: ил., табл. – Библиогр.: с. 527 – 547 (771 наимен.). – Предмет указ.: с. 548 – 549.
6. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник [для студ. мед. специал. высш. учеб. завед.] / А.Н. Ремизов. – [изд. 2-е, исправ.]. – М.: Высш. шк., 1996. – 270 с.: ил., табл. – Библиогр. в конце гл.

Два автори

7. Миронович Л.М. Медична хімія: Навч. посібник [для студ. мед. спеціал. вищ. навч. заклад.] / Л.М. Миронович, О.О. Мордашко; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист №1. 4/18-Г-960 від 19.10.2006 р.]. – К.: Каравела, 2008. – 168 с.: іл., табл. – Бібліогр.: с. 155 (6 назв). – Додатки: с. 156 – 162 (8 табл.). – ISBN 966 – 8019 – 69 – 5.

Три автори

8. Мороз А.С. Медична хімія: підручник [для студ. вищ. мед. заклад. III-IV рівнів акредит.; рекоменд. студ. біолог. та природ. спеціальн. університетів] / А.С. Мороз, Д.Д. Луцевич, Л.П. Яворська; [ЦМК Мін-ва охорони здоров'я України; гриф: протокол №1 від 11.01.2002 р.]. – Вінниця: Нова Книга, 2006. – 776 с.: іл., табл. – Предмет. покажчик: с. 762 – 775. – Контрол. Запитання: після гл. – Бібліогр.: с. 760 – 761 (31 назва). – ISBN 966 – 8609 – 53 – 0.
9. Туркевич М.М. Фармацевтична хімія (стероїдні гормони, їх синтетичні замінники і гетероциклічні сполуки як лікарські засоби): підручник [для студ. вищих фармац. закладів освіти та фармац. факульт. вищих медич. заклад. освіти III-IV рівнів акредит.] / М.М. Туркевич, О.В. Владзімірська, Р.Б. Лесик; [за ред. Б.С. Зіменковського]; [Мін-во охорони здоров'я; гриф: протокол №4 від 14.10.2003 р.]. – Вінниця: Нова Книга, 2003. – 464 с.: іл., портр. та інформац. про авторів: с. 6 – Предмет. покажчик: с. 449 – 453. – Імен. покажчик: с. 454 – 457. – Бібліогр.: с. 458 – 459 (42 назви). – ISBN 966 – 7890 – 33 – 3.

Чотири автори

10. Загальна та біоорганічна хімія: підручник [для студентів сільськогосподар. спеціал. вищих аграр. навч. заклад.] / [О.І. Карнаухов, Д.О. Мельничук, К.О. Чеботько, В.А. Копілевич]; [Мін-во аграрн. Політики України; гриф: лист № 18-2-1 / 118 від 22.06. 2001 р.]. – Вінниця : Нова Книга, 2003. – 544 с.: іл., табл. – Контрол. питання та опис лаб. робіт у кінці розд. – Додатки: с. 510 – 529 (12 табл.). – Бібліогр.: с. 530 – 531 (41 назва). – Предмет. покажчик: с. 532 – 540. – ISBN 966 – 7890 – 46 – 5.
11. Фармацевтична хімія: навчальний посібник [для студ. фармацев. вищих навчал. закладів та факульт.] / [П.О. Безуглий, І.С. Грищенко, І.В. Українець та ін.]; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист № 14/18-Г-593 від 27.07.2006 р.]. – [перероб. і допов.]. – Вінниця: Нова Книга, 2006. – 552 с.: Автори вказані на зворот. тит. арк.: табл. – Бібліогр.: с. 551 (26 назв). – 966 – 382 – 027 – 6.
12. Медицинская химии: Учебник [для студ. высш. учеб. завед. III-IV уровней акред. мед., фарм., биол. и эколог. специал.] / [В.А. Калибабчук, Л.И. Грищенко, В.И. Галинская и др.]; [Мин-во здравоохран. Украины; Мин-во образ. и науки Украины]; под ред. В.А. Калибабчук. - [2-е изд.]. – К.: Медицина, 2008. – 400 с. – Переклад з укр. вид.: Медична хімія / За ред. В.О. Калібабчук. – К.: Інтермед, 2006. – Авт. указаны на обороте тит. л.: ил., табл. – Вопросы и задания для самоконтроля в конце разд. – Пред. указат.: с. 394 – 399. – Библиогр.: с. 393 (15 назв.). – ISBN 978 – 966 – 8144 – 90 – 5.

Без автора

13. Проблеми біологічної типологічної та квантитативної лексикології = Problems of biological of Typological and Quantitative Lexicology: [зб. наук. праць / наук. ред. В.І. Каліущенко та ін.]. – Чернівці: Рута, 2007. – 310 с.: іл., табл. – Текст: укр., рос., англ. – Бібліогр. в кінці ст. – ISBN 978 – 966 – 568 – 897 – 6.
14. Історія біології / [автор тексту В. Клос]. – К.: Грані-Т, 2007. – 120 с.: іл., табл., портр. – (Грані світу науки). – ISBN 978 – 966 – 2923 – 73 – 5.
15. Токсикологія: довідник / [упорядкув., ст., пер. і прим. А.В. Шейчука]. – К.: Медицина, 2007. – 542, [1] с. – Бібліогр. в прим. в кінці розд. – ISBN 978 – 966 – 349 – 045.

Багатотомний документ

1. Історія Національної академії наук України: в 2-х ч. / [упоряд. Л.М. Яременко та ін.]; НАУ України, Нац. б-ка України ім. В.І. Вернадського, Ін-т архівознав., Ін-т укр. археографії та джерелознав. ім. М.С. Грушевського. – К.: Нац. б-ка України ім. В.І. Вернадського, 2007. – (Джерела з історії науки України). – Бібліогр. в підпорядк. прим. – ISBN 978 – 966 – 02 – 4254 – 8.
   Ч. 2: Додатки. – 2007. – 573, [1] с.: іл., табл. – Бібліогр.: с. 346 – 370 (2046 назв). – Імен. покажч.: с. 529 – 554. – Геогр. покажч.: с. 555 – 565. – ISBN 978 – 966 – 02 – 4256 – 5 (в опр.).
2. Кучерявенко М.П. Курс генетики: Особлива частина: в 6 т. / Микола Кучерявенко. – Харків: Фоліо, 2002. – ISBN 966 – 957 – 54 – 6 – X.
   Т.4: Молекулярна генетика. – 2007. – 534 с. – Бібліогр. в прим. в кінці розд. – ISBN 966 – 8467 – 91 – 4 (в пер.).

3. Жлуктенко В.І. Теорія ймовірностей і математична статистика: навч.-метод. посібник [для студ. вищ. навч. заклад.]: У 2-х ч. – Ч. ІІ. Математична статистика / В.І. Жлуктенко, С.І. Наконечний, С.С. Савіна; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист № 14 /18.2-183 від 27.02.2001 р.]. – К.: Київ. нац. економ. ун-т, 2001. – 336 с.: іл., табл. – Теор. запит. та завдання до теми в кінці теми. – Лаб. роб. після тем 14, 15. – Додатки: с. 242 – 246, 292 – 331. – Бібліогр.: с. 246 (4 назви). – ISBN 966 – 574 – 265 – 5.

Матеріали симпозіумів, конференцій, семінарів і з'їздів

1. Економіка, менеджмент, освіта в системі реформування агропромислового комплексу: матеріали Всеукр. конф. молодих учених-аграрників ["Молодь України і аграрна реформа"], (Харків, 11-13 жовт. 2000 р.) / М-во аграр. політики, Харків. держ. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва; редкол.: В. М. Нагаєв [та ін.]. – Х.: Харків. держ. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва, 2000. – 167 с.: іл., табл. – Бібліогр. в кінці доп. – ISBN 966-7392-31-7.
2. Кібернетика в сучасних економічних процесах: зб. текстів виступів на республік. міжвуз. наук.-практ. конф. / Держкомстат України, Ін-т статистики, обліку та аудиту. – К. : ІСОА, 2002. – 147 с.: іл., табл. – ISBN 966-8059-08-5.
3. Оцінка й обґрунтування продовження ресурсу елементів конструкцій: праці конф., 6-9 черв. 2000 р., Київ. Т. 2 / відп. ред. В. Т. Трощенко. – К.: НАН України, Ін-т пробл. міцності, 2000. – С. 559 -956, XIII, [2] с. — (Ресурс 2000). – Текст парал.: укр., рос., англ. – Бібліогр. в кінці доп.
4. Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій = Problems of mechanics and strength of structures: зб. наук. пр. / наук. ред. В. І. Моссаковський. – Дніпропетровськ : Навч. кн., 1999. – 215 с.: іл., табл. – Текст: укр., рос. –Бібліогр. в кінці ст. – ISBN 966-7056-81-3.
5. Ризикологія в економіці та підприємництві : зб. наук. праць за матеріалами міжнар. наук.-практ. конф., 27-28 берез. 2001 р. / М-во освіти і науки України, Держ податк. адмін. України [та ін.]; редкол.: О. Д. Шарапов (голов. ред.) [та ін.]. – К.: КНЕУ: Акад. ДПС України, 2001. – 452 с. – Текст: укр., рос. – Бібліогр. в кінці ст. – ISBN 966-7257-60-6.

Тези доповідей

1. Литвин В.М. Втрати України в Другій світовій війні // Українська історична наука на сучасному етапі розвитку: ІІ Міжнар. наук. конгрес укр. істориків. – Кам'янець-Подільський, 17-18 верес. 2003 р. – Кам'янець-Подільський – Київ – Нью-Йорк: Острог, 2005. – Т.1. – С. 23-26.

Препринти

1. Шиляев Б. А. Расчеты параметров радиационного повреждения материалов нейтронами источника ННЦ ХФТИ/ANL USA с подкритической сборкой, управляемой ускорителем электронов / Шиляев Б. А., Воеводин В. Н. – Х. : ННЦ ХФТИ, 2006. – 19 с.: ил., табл. – (Препринт / НАН Украины, Нац. науч. центр "Харьков. физ.-техн. ин-т"; ХФТИ 2006-4). – Библиогр.: с. 18-19 (23 назв.).
2. Панасюк М. І. Про точність визначення активності твердих радіоактивних відходів гамма-методами / Панасюк М. І., Скорбун А. Д., Сплошной Б. М. – Чорнобиль : Ін-т пробл. безпеки АЕС НАН України, 2006. – 7, [1] с.: іл., табл. – (Препринт / НАН України, Ін-т пробл. безпеки АЕС; 06-1). – Бібліогр.: с. 8.

Словники та довідники

1. Географія: словник-довідник / [авт.-уклад. Ципін В. Л.]. – Х.: Халімон, 2006. – 175, [1] с.: табл. – Алф. покажч. ст.: с. 166-175. – ISBN 978-966-2011-05-0.
2. Тимошенко З. І. Болонський процес в дії: слов.-довід. основ. термінів і понять з орг. навч. процесу у вищ. навч. закл. / З. І. Тимошенко, О. І. Тимошенко; Європ. ун-т. – К.: Європ. ун-т, 2007. – 57 с.: табл. – ISBN 966-301-090-8.
3. Українсько-німецький тематичний словник = Ukrainisch-deutsches thematisches Wörterbuch : [близько 15 000 термінів / уклад. Н. Яцко та ін.]. – К.: Карпенко, 2007. – 219 с. – ISBN 966-8387-23-6.
4. Європейський Союз: словник-довідник / [ред.-упоряд. М. Марченко]. – 2-ге вид. – К.: К.І.С., 2006. – 138 с.: іл., табл. – ISBN 966-8039-97-1.

Атласи

1. Україна: екол.-геогр. атлас: присвяч. всесвіт. дню науки в ім'я миру та розв. згідно з рішенням 31 сесії ген. конф. ЮНЕСКО / [наук. редкол.: С. С. Куруленко та ін.]; Рада по вивч. продукт. сил України НАН України [та ін.]. – К.: Варта, 2006. – 217, [1] с.: іл., табл., портр., карти. – ISBN 966-585-199-3 (в опр.).
2. Анатомія пам'яті: атлас схем і рисунків провід. 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.: іл., табл. – Бібліогр.: с. 217-218. – ISBN 966-7985-93-8.
3. Куерда Х. Атлас ботаніки / Хосе Куерда; [пер. з ісп. В. Й. Шовкун]. – Х.: Ранок, 2005. – 96 с.: іл. – Алф. покажч.: с. 94-96. – ISBN 966-672-178-3.

Законодавчі та нормативні документи

1. Кримінально-процесуальний кодекс України : за станом на 1 груд. 2005 р. / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К.: Парлам. вид-во, 2006. – 207 с. – (Бібліотека офіційних видань). – ISBN 966-611-412-7.
2. Медична статистика: зб. нормат. док. / упоряд. та голов. ред. В. М. Заболотько; М-во охорони здоров'я України, Голов. упр. охорони здоров'я та мед. забезп. м. Києва, Київ. міськ. наук. інформ.-аналіт. центр мед. статистики. – К.: МНІАЦ мед. статистики: Медінформ, 2006. – 459 с.: табл. – (Нормативні директивні правові документи). – ISBN 966-8318-99-4 (в опр.).
3. Експлуатація, порядок і терміни перевірки запобіжних пристроїв посудин, апаратів і трубопроводів теплових електростанцій: СОУ-Н ЕЕ 39.501:2007. – Офіц. вид. – К.: ГРІФРЕ: М-во палива та енергетики України, 2007. – VI, 74 с.: іл., табл. – (Нормативний документ Мінпаливенерго України. Інструкція). – Бібліогр.: с. 73.

Стандарти

1. Графічні символи, що їх використовують на устаткуванні. Покажчик та огляд (ISO 7000:2004, IDT): ДСТУ ISO 7000: 2004. – [Чинний від 2006-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України 2006. – IV, 231 с.: табл. – (Національний стандарт України).
2. Якість води. Словник термінів: ДСТУ ISO 6107-1:2004 – ДСТУ ISO 6107-9:2004. – [Чинний від 2005-04-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 181 с.: табл. – (Національні стандарти України). – Текст: нім., англ. ,фр., рос., укр.
3. Вимоги щодо безпечності контрольно-вимірювального та лабораторного електричного устаткування. Частина 2-020. Додаткові вимоги до лабораторних центрифуг (EN 61010-2-020:1994, IDT): ДСТУ EN 61010-2-020:2005. – [Чинний від 2007-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – IV, 18 с.: табл. – (Національний стандарт України).

Каталоги

1. Межгосударственные стандарты: каталог: в 6 т. / [сост. Ковалева И. В., Павлюкова В. А.; ред. Иванов В. Л.]. – Львов: НТЦ "Леонорм-стандарт, 2006 – . – (Серия "Нормативная база предприятия"). – ISBN 966-7961-77-X.
   Т. 5. – 2007. – 264 с. – ISBN 966-7961-75-3.
   Т. 6. – 2007. – 277 с.: табл. – Библиогр.: с. 277 (6 назв.). – ISBN 966-7961-76-1.
2. Пам'ятки історії та мистецтва Львівської області: каталог-довідник / [авт.-упоряд. М. Зобків та ін.]; Упр. культури Львів. облдержадмін., Львів. іст. музей. – Львів: Новий час, 2003. – 160 с. : іл., табл. – ISBN 966-96146-0-0.
3. Університетська книга: осінь, 2003: [каталог]. – [Суми: Унів. кн., 2003]. – 11 с.: іл.
4. Горницкая И.П. Каталог растений для работ по фитодизайну / Горницкая И. П., Ткачук Л. П.; Донец. ботан. сад НАН Украины. – Донецк: Лебедь, 2005. – 228 с., [4] л. ил.: табл. – Библиогр.: с. 226-227 (28 назв.). – Алф. указ. рус. и латин. назв. растений: с. 181-192. – ISBN 966-508-397-X (в пер.).

Бібліографічні покажчики

1. Куц О.С. Бібліографічний покажчик та анотації кандидатських дисертацій, захищених у спеціалізованій вченій раді Львівського державного університету фізичної культури у 2006 році: спец.: 24.00.01 – олімп. і проф. спорт, 24.00.02 – фіз. культура, фіз. виховання різних

груп населення, 24.00.03 – фіз. реабілітація / О. Куц, О. Вацеба ; Львів. держ. ун-т фіз. культури. – Львів: Укр. технології, 2007. – 74 с.: табл. – Текст: укр., рос., англ.
2. Систематизований покажчик матеріалів з кримінального права, опублікованих у Віснику Конституційного Суду України за 1997-2005 роки / М-во внутр. справ України, Львів. держ. ун-т внутр. справ; [уклад. Кирись Б. О., Потлань О. С.]. – Львів: Львів. держ. ун-т внутр. справ, 2006. – 11 с. – (Серія: Бібліографічні довідники; вип. 2).

Дисертації

1. Петров П.П. Активність молодих зірок сонячної маси: Дис. на здобуття наук. ступеня доктора фіз.-мат. наук: спец. 01.03.02 / П.П. Петров; Київ. техн. ун-т. – Захищена 09.12.2005; Затв. 09.03.2006. – К., 2005. – 276 с.: іл., табл. – Бібліогр.: с. 240-276 (320 назв).

Автореферати дисертацій

1. Новосад І.Я. Технологічне забезпечення виготовлення секцій робочих органів гнучких гвинтових конвеєрів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.02.08 "Технологія машинобудування" / І. Я. Новосад; Тернопіл. держ. техн. ун-т ім. Івана Пулюя. – Тернопіль, 2007. – 20, [1] с., включ. обкл.: іл. – Бібліогр.: с. 17-18.
2. Нгуен Ші Данг. Моделювання і прогнозування макроекономічних показників в системі підтримки прийняття рішень управління державними фінансами: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.13.06 "Автоматиз. системи упр. та прогрес. інформ. технології" / Нгуен Ші Данг; Нац. техн. ун-т України "Харків. політехн. ін-т". – К., 2007. – 20 с.: іл., табл. – Бібліогр.: с. 17-18.

Складові частини книги, періодичного, продовжуваного видання, збірника, журналу

1. Козіна Ж. Л. Теоретичні основи і результати практичного застосування системного аналізу в наукових дослідженнях в області біології / Ж. Л. Козіна // Теорія та методика біологічних досліджень. – 2007. – № 6. – С. 1 –18, 35 –38. – Бібліогр.: с. 38 (10 назв).
2. Гранчак Т. Інформаційно-аналітичні структури бібліотек в умовах демократичних перетворень / Тетяна Гранчак, Валерій Горовий // Бібліотечний вісник. – 2006. – № 6. – С. 14-17.
3. Валькман Ю. Р. Моделирование НЕ-факторов – основа интеллектуализации компьютерных технологий / Ю. Р. Валькман, В. С. Быков, А. Ю. Рыхальский // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2007. – № 1. – С. 39 – 61. – Библиогр.: с. 59 – 61 (15 назв).
4. Ма Шуін. Проблеми психологічної підготовки в системі біологічної освіти / Ма Шуін // Теорія та методика біологічних досліджень. – 2007. – № 5. – С. 12 – 14. – Бібліогр.: с. 14.
5. Регіональні особливості смертності населення України / Л. А. Чепелевська, Р. О. Моісеєнко, Г. І. Баторшина [та ін.] // Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України. – 2007. – № 1. – С. 25 – 29. – Бібліогр.: с. 29.
6. Валова І. Нові принципи угоди Базель II / І. Валова; пер. з англ. Н. М. Середи // Банки та банківські системи. – 2007. – Т. 2, № 2. – С. 13 – 20. – Бібліогр.: с. 20.
7. Зеров М. Поетична діяльність Куліша // Українське письменство XIX ст. Від Куліша до Винниченка: (нариси з новітнього укр. письменства): статті / Микола Зеров. – Дрогобич, 2007. –С. 245 –291.
8. Третьяк В. В. Возможности использования баз знаний для проектирования технологии взрывной штамповки / В. В. Третьяк, С. А. Стадник, Н. В. Калайтан // Современное состояние использования импульсных источников энергии в промышленности: Междунар. науч.-техн. конф, 3 –5 окт. 2007 г.: тезисы докл. – Х., 2007. – С. 33.
9. Чорний Д. Міське самоврядування: тягарі проблем, принади цивілізації / Д. М. Чорний // По лівий бік Дніпра: проблеми модернізації міст України: (кінець XIX – початок XX ст.) / Д. М. Чорний. – Х., 2007. – Розд. 3. – С. 137 – 202.
10. Литвин В.М. Акт проголошення незалежності України // Енциклопедія історії України. – К., 2003. – Т.1: А-В. – С.57-58. – Бібліогр.: с. 58 (10 назв).
11. Василенко Н.Є. Громадсько-політична та культурно-освітня діяльність І.М.Труби // Питання історії України. Історико-культурні аспекти: Зб. наук. праць. – Дніпропетровськ, 1993. – С.72-79.
12. Шийчук А.В. Прямое определение числа разрывов макромолекул по измерениям характеристической вязкости // Украин. хим. журнал. – 1994. – Т.60, № 1. – С. 106 – 108.

13. Giltrow J.P. The influence of temperature on the wear of carbon fiber reinforced resins // ASLE Trans. – 1973. – Vol. 16, N 2. – P. 83 – 90.
14. Влияние динамических нагрузок на изнашивание полимеров, наполненных дисперсными и волокнистыми материалами / Г.А. Сиренко, В.П. Свидерский, И.И. Новиков и др. // Трение и износ. – 1986. – Т. 7. – № 1. – С. 136 – 147.
15. Wear transfer films formed by carbon fiber reinforced epoxy resin on stainless steel / W. Bonfield, B.C. Edwards, A.J. Markham, J.R. White // Wear. – 1976. – Vol. 8, N 1. – P. 113 – 121.

Електронні ресурси

1. Богомольний Б. Р. Медицина екстремальних ситуацій : навч. посіб. для студ. мед. вузів III–IV рівнів акредитації / Б.Р. Богомольний, В.В. Кононенко, П.М. Чуєв. – 80 Min / 700 MB. – Одеса: Одес. мед. ун-т, 2003. – (Бібліотека студента-медика = Medical student's library: започатк. 1999 р.) – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM) ; 12 см. – Систем. вимоги: Pentium; 32 Mb RAM ; Windows 95, 98, 2000, XP; MS Word 97-2000. – Назва з контейнера.
2. Розподіл населення найбільш численних національностей за статтю та віком, шлюбним станом, мовними ознаками та рівнем освіти [Електронний ресурс]: За даними Всеукр. перепису населення 2001 р. / Держ. ком. статистики України. Ред.О.Г.Осауленко. – К.: CD-вид-во «Інфодиск», 2004. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM), цв; 12 см. – (Всеукр. перепис населення, 2001). – Систем. вимоги: Pentium-266; 32 Mb RAM; CD ROM Windows 98/2000/NT/XP. – Заголовок з титул. екрану.
3. Спадщина [Електронний ресурс]: Альм. Укранознав. Самвидав. 1988-2000 р.р. Вип 1-4 / Ред. альм. М.І.Жарких. – Електрон. текстові дані (150 Мб). – К.: Корона тор, 2005. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM), цв; 12 см. – Систем. вимоги: Windows 95/98/ME/NT4/2000/XP. Acrobat Reader. – Заголовок з титул. екрану.
4. Бібліотека і доступність інформації у сучасному світі: електронні ресурси науці, культурі та освіті: (Підсумки 10-ї Міжнар. конф. «Крим-2003»). [Електронний ресурс] / Л.Й.Костенко, А.О. Чекмарьов, А.Г.Бровкін, І.А.Павлуша // Бібл. Вісн. – 2003. – №4. – С.43. – Режим доступу до журн. http: //www.nbuv.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm
5. Форум: Електрон. інформ. бюл. – 2005. № 118 – Режим доступу http://www.mcforum.vinnitsa.com/mail-list/118. html. – Заголовок з екрану.

Посібники

1. Система оперативного управления предприятием «GroosBeeXXI» Версия 3.30. Рук. пользователя. Ч.5, гл.9. Подсистема учета производства / Сост. С. Беслик. – Днепропетровск: Арт-Прес, 2002. – 186 с: ил., табл. – Библиогр.: с. 166-180 (240 наим.).

Звіт про науково-дослідну роботу

1. Проведение испытаний и исследований теплотехнических свойств камер КХС-2-12-В3 и КХС-2-12-КЗЮ: Отчет о НИР (промежуточ.) / Всесоюз. заоч. ин-т пищ. пром-ти. – ОЦО 102ТЭ; № ГР 800571; Инв. № В 119692. – М., 1981. – 90 с.

Авторські свідоцтва на винаходи

1. Линейный импульсный модулятор: А.с. 1626362, Украина. МКИ НОЗК7/02 / В.Г.Петров. – №4653428/21; Заявл. 23.03.92; Опубл. 30.03.93, Бюл. № 13. –4 с.: ил.

Патенти на винаходи

1. Мастильна композиція: Пат. 18077А, Україна. МКІ С10М1/28; С10М1/18 / Г.О. Сіренко, В.І. Кириченко, Л.М. Кириченко, В.П. Свідерський. – № 95031240; Заявл. 20.03.95; Опубл. 17.06.97, Бюл. № 5. – 5 с
2. Microfilming system with zone controlled adaptive lighting: Пат. 4601572, США. МКИ G 03 B 27 / D.S.Wise (США); McGraw-Hill Inc. – №721205; Заявл. 09.04.85; Опубл. 22.06.86, НКИ 355/68. – 3 с.

Збірники наукових праць

1. Пластичные смазки и твердые смазочные покрытия: Труды Всесоюз. науч.-исследов. ин-та нефтеперерабат. промышл. / Под ред. Е.М. Никонорова. – М.: Химия. – 1969. – Вып. XI. – 288 с.: ил., табл. – Библиогр. в конце ст.

2. Обчислювальна і прикладна математика: Зб. Наук.праць. – К.: Либідь, 1993. – 99 с.: іл., табл. – Бібліогр. в кінці ст.
3. Сиренко Г.А., Свидерський В.П., Тараненко С.Н. Теплофизические и антифрикционные свойства композитов на основе термостойких полимеров // Проблемы изнашивания: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: Техніка, 1992. – Вып. 42. – С. 36 – 38: ил., табл. – Библиогр.: с. 38 (15 наимен.).

Скорочена назва міста видавництва: К.(Київ); М.(Москва); Л.(Ленінград); Спб.(Санкт-Петербург); М.-Л.(Москва-Ленінград); Київ-Харків; Львів; Харків; Івано-Франківськ тощо.

Після літератури подаються

- Відомості про автора (авторів): прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання, посада, повна поштова адреса, адрес для листування, роб. і дом. тел., моб.тел., факс, e-mail, інші дані про автора для зацікавлення читачів. Наприклад: Сіренко Артур Геннадійович, кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника; тел. дом. +3.8.3042.77.80.82; тел. моб. +3.8.097.968.92.07; e-mail: brat libo@yahoo.co.uk.
- Рецензент: Прізвище, ініціали, вчене звання, науковий ступінь, посада, установа. Наприклад: Парпан В.І., професор, доктор біологічних наук, завідувач кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Зауваги до тексту:

- У ***назві статті*** не допускається запис скорочень, навіть загальноприйнятих.
- ***Всі одиниці*** розмірностей повинні бути у Міжнародній системі одиниць (SI).
- ***Рівняння*** необхідно друкувати у редакторі формул MS Equation Editor та давати визначення величин, що з'являються в тексті вперше. Допускається написання формул на А-4 над двома колонками. Всі математичні та хімічні рівняння повинні мати наскрізну нумерацію в дужках (...) справа.
- ***Таблиці*** повинні бути виконані на окремих сторінках у табличних редакторах. Нумерація таблиць (таблиця 1) без крапки, під нею – назва таблиці, якщо таблиця переноситься на наступну сторінку, то над таблицею друкують: «Продовження табл.1» і повторюють назви колонок. Назви колонок друкують із заглавної літери. Допускається розміщення таблиць на А-4 над двома колонками тексту.
- ***Рисунки*** виконуються шириною до 80 мм або до 160 мм. Кожен рисунок подається на окремому аркуші (на зворотній стороні вказують номер рисунка, прізвище першого автора та скорочену назву до рисунку). Товщина вісі на графіках повинна складати ~ 0,5 pt, товщина кривих ~ 1,0 pt. Рисунки повинні бути якісні, розміри підписів до осей та скалі ~ 10 та 12 pt при вказаних розмірах відповідно. Допускається розміщення рисунка до 80 мм над однією з колонок тексту, а до 160 мм над двома колонками тексту.
- ***Підписи до рисунків і таблиць*** (у кінці тексту крапка не ставиться) друкуються на окремому аркуші через 1 інтервал 10-12 кеглем, наприклад:

Рис.1. Родинний спектр узлісь широколистяних лісів нижнього поясу Північно-східного мегасхилу Українських Карпат та Прикарпаття.

Рис. 2. Передміхурова залоза щурів на 30 добу кастрації (а) та дії настою трави суріпиці звичайної (б).

Рис. 3. УФ-спектри екстрактів Echinacea purpurea (L.) Moench.:
1 – 40-вий водно-спиртовий екстракт; 2 – спиртовий розчин елюату.

Таблиця 1. Динаміка стереологічних показників мітохондрій В-лімфоцитів коси (селезінки) після тотального гамма-опромінення у дозі 0,2 Гр.

Зауваження:

- У тексті статті посилаються: рис. 1; рис. 1-3, рис. 1,2; рис. 1.4,6-8; табл. 1; табл. 2-4, табл. 1.5; табл. 3.4.7-9.
- Якщо табл. 1 переноситься на наступну сторінку, то переносять і її назву у формі:

Продовження табл. 2.

При цьому повторюється головка таблиці.

- ***Ілюстрації*** **приймаються до друку тільки високоякісні, підписи і символи в які повинні бути вдруковані. Не приймаються до друку негативи і слайди.**
- ***Світлини (фотографії)*** **повинні надаватися у вигляді оригінальних відбитків.**

3. Електронна версія Вісника Прикарпатського Національного університету імені Василя Стефаника. Серія Біологія. Вип. VII-VIII (2007), Вип. IX (2008) прийнята до загальнодержавного електронного депозитарію наукових видань для зберігання в Національній бібліотеці України імені В.І, Вернадського і представлена на порталі наукової періодики НАНУ http://www.nbuv.gov.ua/portal/.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

ЗМІСТ

БОТАНІКА

Лотоцька В.М., Шумська Н.В. Біологічні запаси деяких видів лікарських рослин у нижній течії долини ріки Лімниця. ---------- 5

Надурак Н.В. Онтогенез, щільність та вікова структура популяцій *Dryopteris filix-mas* (L). Schott. в Східних Горганах ---------- 8

ЗООЛОГІЯ

Микицей П. С., Сіренко А. Г., Николин А. М. Сезонна динаміка видових комплексів *Elateridae* (*Coleoptera, Insecta*) прирічкових гірських луків в умовах гірського масиву Горгани ---------- 11

Заморока А. М. Жуки-вусачі (*Coleoptera: Cerambicidae*) у лісових екосистемах Карпат і Передкарпаття. ------ 21

БІОХІМІЯ

Моргулець Л.М., Бабійчук Т.Р., Величко О.М. Виживання та антиоксидантний захист дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, вирощених на глюкозі та фруктозі. ---------- 32

Лущак Ю. В. Оптимізація умов вирощування цвілевого гриба *Monascus purpureus.* ---------- 40

ПОПУЛЯЦІЙНА БІОЛОГІЯ

Єльцов А. Л., Сіренко А. Г. Динаміка феногенетичної структури популяцій Leptinotarsa decemlineata (Say, 1824) в умовах Прикарпаття ---------- 44

Слободян О. М., Сіренко А. Г. Історія дослідження поліморфізму популяцій Trichius fasciatus L. в якості модельного об'єкту вивчення мікроеволюційних процесів. ---------- 49

ҐРУНТОЗНАВСТВО

Карбівська У. М., Мельник І. Д. Сучасний стан осушених земель Івано-Франківської області та перспективи їх використання ---------- 56

Волощук М. Д., Савюк М. І. Основні принципи стратегії боротьби з деградації земель ---------- 58

Турак О. Д. Вплив обробітку ґрунту на формування урожаю квасолі в умовах західного Прикарпаття ---------- 60

Волощук М. Д., Мазепа М. А. Обґрунтування і можливості використання деградованих земель для культивування лікарських рослин в Карпатському регіоні України ---------- 62

Климчук М. М., Климчук С. М. Озимий ріпак в ґрунтозахисних сівозмінах західного регіону України --------- 64

ПАЛЕОНТОЛОГІЯ

Сельський В. К. Стратиграфічна пам'ятка «Чудо старуня» та її геологічне минуле ---------- 67

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ В БІОЛОГІЇ

Сіренко О.Г., Кузишин О.В. Моделі розподілу особин на пробних площах: 1. Постановка завдання----------88

Сіренко О.Г., Кузишин О.В. Моделі розподілу особин на пробних площах: 2. Статистичні характеристики. Дисперсійний аналіз (статистична рівність ряду генеральних дисперсій)----------95

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ ----------114

CONTENTS

BOTANY

Lototska V. M., Shumska N. V. Biological stocks of medical plants in the downstream of valley Limnytsya river. -- 5

Nadurak N. V. The ontogenesis and age structure of population *Dryopteris filix-mas (L.)* in East Gorgany mountain. -8

ZOOLOGY

Mykytsey P. S., Sirenko A. G., Nykolyn A.M. The seasonal dynamic of species complex Elateridae (Coleoptera, Insecta) in river meadows of mountain Gorgany. ---------- 11

Zamoroka A.M. The longhorn beetles (*Coleoptera*: *Cerambicidae*) in the forest ecosystems of Carpathian Mountains and Pre-Carpathian. ---------- 21

BIOCHEMISTRY

Morgulets L.M., Babijchuk T.R., Velychko O.M. Survival and antioxidant defense of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* grown on glucose and fructose. ---------- 32

Lushchak Y. V. The optimization of conditions of grow *Monascus purpureus.* ---------- 40

POPULATION BIOLOGY

Yeltsov A. L., Sirenko A. G. The dynamic of phenogenetic structure of *Leptinotarsa decemlineata Say, 1824* population in Precarpathian conditions. ---------- 44

Slobodian O. M., Sirenko A. G. The history of research of polymorphism Trichius fasciatus Linnaeus, 1758 populations as model object for microevolution research. ---------- 49

AGRICULTURE

Karbivska U. M., Melnyk I. D. The modern condition of drain soil of Ivano-Frankivsk administrative district and perspectives their utilization. ---------- 56

Voloshchuk M. D., Saviuk M. I. The principal of strategy of struggle with soil degradation. ---------- 58

Turak O. D. The influence of soil cultivation on forming of haricot bean crop in condition of West Precarpathian. --- 60

Voloshchuk M. D., Mazepa M. A. The basis of using of degradation soil for cultivating medical plant in Carpathian. 62

Klymchuk M. M., Klymchuk S. M. The winter rape in soil protection rotation in West Ukraine. ---------- 64

PALEONTOLOGY

Selskiy V. K. «Wonderful Starunja» and its Geological Past. ---------- 67

MATHEMATIC METHODS IN BIOLOGY

Sirenko O.H., Kuzyshyn O.V. The models of species' distribution on the test area: task.----------88

Sirenko O.H., Kuzyshyn O.V. The models of species' distribution on the test area: statistic characterisctics. Dispersive analysis----------95

RULES FOR AUTHORS ----------114

Міністерство освіти і науки України
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Наукове видання
ВІСНИК
Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника
Серія Біологія. Випуск X. 2008.
Видається з 1995р.
Адреса редакційної колегії:

76000, м. Івано-Франківськ, вул. Галицька, 201, авд. 505
тел. (+38.0342.77.80.82; +38.0342.58.33.29; +38.0342.50.37.53; +380979689207

Ministry of Education and Science of Ukraine
Precarpathian National University named after Vasyl Stefanyk

NEWSLETTER
Herald. Biology. Part X. 2008.
Published since 1995
Editorial address:
Institute of Natural Scienses, Precarpathian National University named after Vasyl Stefanyk,
201, Galytska str., Ivano-Frankivsk, 76000, Ukraine
Tel. +38.0342.77.80.82; +38.0342.58.33.29; +38.0342.50.37.53; +380979689207

Листування
Кафедра біології і екології,
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76000, Україна.
E-mail: brat libo@yahoo.co.uk
Correspondence
Department of biology and ekology,
Precarpathian National University named after Vasyl Stefanyk, 57,
Shevchenko str., Ivano-Frankivsk, 76000, Ukraine.
E-mail: brat libo@yahoo.co.uk

НБ ПНУС
754513

Головний редактор Парпан В. І.
Відповідальний за випуск: Сіренко А.Г.
Літературний редактор: Шпарик В. Ю.
Комп'ютерний набір, правка і верстка: Бідичак Р. М.
Редактор Сіренко А.Г.
Коректор – Третяк В. Р.

Під загальною редакцією доктора біологічних наук, професора Парпана В.І.

Використано малюнки художника Моріса Корнеліуса Ешера
Дизайн обкладинки – Калагурка В. С.
На обкладинці – фотографії Сіренка А. Г.
Друкується українською та англійською мовами

Наукове видання зареєстроване Міністерством юстиції України.
Свідоцтво про державну реєстрацію серія КВ № 13139-2023Р від 25.07.2007 р.

Передполіграфічна підготовка – Третяк І.Я.
Підписано до друку 10.06.2008р. Формат 60×84. Папір офсетний. Гарнітура «Times New Roman».
Умовн. друк. арк. – 11,4. Обл. вид. арк. – 11,9. Замов. 52. Наклад 300 примір.
Видавництво «Гостинець». Видавець: Третяк Ігор Ярославович.
76000, м. Івано-Франківськ, вул. І. Мазепи, 36, пом. 2
Тел. +38.0342.73.18.12; +38.050.373.95.47.
Tretyak@optima.com.ua

Видруковано у видавництві «Гостинець»
Свідоцтво про державну реєстрацію України ІФ №12 від 29.03.2001р.