

FEEDS AND FEEDING / КОРМИ ТА ГОДІВЛЯ

Fisheries Science of Ukraine, 2026; 2(76): 124-147
DOI: <https://doi.org/10.61976/fsu2026.02.124>
UDC [639.3.043.13:636.087.74]:639.371.52

Received: 14.04.2026
Received in revised form: 28.05.2026
Published: 30.06.2026

ASSESSMENT OF THE POTENTIAL FOR USING GRAPE POMACE IN CARP (*CYPRINUS CARPIO* LINNAEUS, 1758) FEEDING

O. Zaporozhets, a.m.zaporozhets@gmail.com, ORCID ID 0009-0004-6692-7906, Institute of Fisheries of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv
O. Deren, derenj@ukr.net, ORCID ID 0000-0002-8246-9456, Institute of Fisheries of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv

Purpose. To assess the effectiveness of incorporating grape pomace into the diet of age-1+ carp (*Cyprinus carpio*) in terms of growth, antioxidant status, and the morphofunctional condition of the digestive organs.

Methodology. The study involved age-1+ carp with an average initial weight of 37.7 g, which were kept in 150 dm³ aquariums containing 25 fish each. Optimal identical physico-chemical parameters of the water were maintained. A control group and three experimental groups were formed. The experimental feeding lasted 30 days with a compound feed of a specific composition. Grape pomace was introduced into the diet of the experimental groups at a rate of 0.5% (experiment 1), 1.0% (experiment 2) and 2.0% (experiment 3). Standard methods were used to determine fish weight gain, the activity of antioxidant and digestive enzymes in the hepatopancreas, and to conduct histomorphometric studies of the midgut, the exocrine segment of the hepatopancreas and the hepatic parenchyma.

Findings. The inclusion of grape pomace

ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ ВИНОГРАДНИХ ВИЧАВОК В ГОДІВЛІ КОРОПА (*CYPRINUS CARPIO* LINNAEUS, 1758)

О. М. Запорожець, a.m.zaporozhets@gmail.com, ORCID ID 0009-0004-6692-7906, Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук України, м. Київ
О. В. Дерень, derenj@ukr.net, ORCID ID 0000-0002-8246-9456, Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук України, м. Київ

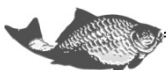
Мета. Оцінити ефективність використання виноградних вичавок у складі раціону дволіток коропа (*Cyprinus carpio*) за показниками росту, антиоксидантного статусу та морфофункціонального стану органів травлення.

Методика. Об'єктом дослідження були однолітки коропа середньою початковою масою 37,7 г, яких утримували в акваріумах об'ємом 150 дм³ по 25 екз. у кожному. При цьому забезпечено оптимальні ідентичні фізико-хімічні параметри водного середовища. Сформовано контрольну і 3 дослідних групи. Експериментальна годівля комбікормом визначеного складу тривала 30 днів. До складу раціону дослідних груп вводили виноградні вичавки у кількості 0,5% — дослід 1; 1,0% — дослід 2 та 2,0% — дослід 3. Використовували загальноприйняті методи визначення показників приросту маси риб, активності антиоксидантних та травних ферментів у гепатопанкреасі та гістоморфометричних досліджень середнього відділу кишечника, екзокринного



© The Author(s). Open access. CC BY 4.0

How to cite this article: Zaporozhets, O., & Deren, O. (2026). Assessment of the potential for using grape pomace in carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) feeding. *Fisheries Science of Ukraine*, 2, 124–147. <https://doi.org/10.61976/fsu2026.02.124>



did not result in any significant changes in the growth rate of carp. An improvement in the body's antioxidant status was observed, manifested by a significant reduction in the levels of lipid peroxidation products — diene conjugates — by 27–32% and TBA products by 7–37% in all experimental groups compared to the control group, as well as a significant reduction in superoxide dismutase activity (by 18.0–47.0%), which might indicate a reduction in the intensity of oxidative stress. The results obtained indicate that the inclusion of lower concentrations of grape pomace in the feed (experiments 1 and 2) had an insignificant effect on the morphofunctional condition of the fish. In contrast, in experiment 3 the values for villus height, crypt depth and muscle layer width in the fish were significantly lower ($p < 0,01$) by 136.36; 24.60 and 22.11 μm , respectively, compared to the control. In the secretory segment of the hepatopancreas, the synthesis of digestive enzymes was activated, and in the liver parenchyma, there was a shift in hepatocyte function towards glycogen accumulation. At the tissue level in the intestine, activation of the mucous membrane, accelerated haemodynamics and an enhanced immune status were observed.

Originality. An adaptogenic effect of grape pomace in the carp diet has been established, which was manifested by a reduction in oxidative stress, improved immunity and digestive function without any significant impact on growth rates.

Practical Value. The prospects and feasibility of using grape pomace as a phytogenic feed additive to enhance the physiological resilience of carp and optimise digestive processes have been substantiated, which is a key challenge facing modern aquaculture.

Keywords: phytogenic supplements, weight gain, antioxidant status, intestine, exocrine segment of the hepatopancreas, hepatic parenchyma.

сегмента гепатопанкреаса та печінкової паренхіми.

Результати. Визначено, що введення виноградних вичавок не зумовлює суттєвих змін інтенсивності росту коропа. Встановлено покращення антиоксидантного статусу організму, що проявлялося суттєвим зниженням вмісту продуктів перекисного окиснення ліпідів — дієнових кон'югатів — на 27–32% та ТБК-продуктів — на 7–37% в усіх дослідних групах щодо контрольної, а також значне зменшення активності супероксиддисмутази (на 18,0–47,0%), що може свідчити про зниження інтенсивності оксидативного навантаження. Отримані результати свідчать про невиразний вплив введення до складу корму нижчої концентрації виноградних вичавок (досліди 1 та 2) на морфофункціональний стан риб. Водночас, у досліді 3 показники висоти ворсинок, глибини крипт та ширини м'язової оболонки риб були достовірно нижчими ($p < 0,01$) на 136,36; 24,60 та 22,11 мкм відносно контролю. В секреторному сегменті гепатопанкреаса активізувався синтез травних ферментів, у печінковій паренхімі відбувалася зміна функцій гепатоцитів у бік накопичення глікогену. На тканинному рівні у кишечнику зафіксовано активізацію слизової оболонки, прискорення гемодинаміки, підвищення імунного статусу.

Наукова новизна. Вперше встановлено адаптогенний ефект виноградних вичавок у раціоні коропа, що проявляється зниженням оксидативного навантаження, покращенням імунітету та функції травлення без істотного впливу на темпи росту.

Практична значущість. Обґрунтовано перспективи та доцільність використання виноградних вичавок як фітогенної кормової добавки для підвищення фізіологічної стійкості організму коропа та оптимізації процесів травлення, що є актуальним завданням сучасної аквакультури.

Ключові слова: фітогенні добавки, приріст маси, антиоксидантний статус, кишечник, екзокринний сегмент гепатопанкреаса, печінкова паренхіма.



PROBLEM STATEMENT AND ANALYSIS OF LAST ACHIEVEMENTS AND PUBLICATIONS

The global state of aquaculture in today's conditions is characterized by active development and intensification of production. Accordingly, the need for functional feeds is growing not only to meet the biological needs of fish, but also to improve the quality and efficiency of fish production [1]. It should be taken into account that the introduction of intensive technologies in aquaculture leads to an increase in the biological load on the fish farming environment. Combined with anthropogenic load, this is a significant stress factor for aquatic organisms [2].

The complex impact of these stress factors leads to a decrease in resistance and also negatively affects the functional state of the organs and systems of fish, which leads to economic losses [3]. Traditional effective therapeutic and preventive agents in this context are antibiotics. However, the emergence of antibiotic resistance in all branches of animal husbandry has prompted governments in many countries to assess their impact on the quality and safety of products as well as on the environment, and, accordingly, to review legislative regulations regarding their use in feeds [4, 5].

Phytobiotic feed additives can serve as environmentally safe, affordable and effective alternatives to the use of antibiotics in aquaculture [6]. The use of phytobiotic feed additives in fish feeding contributes to an increase in productive indicators and survival, as well as the body's resistance to stress factors and various pathogens. In addition, these supplements are characterized by hepatoprotective effects and the ability to improve digestive and metabolic processes in the carp organism [7].

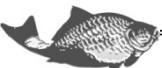
The outlined issues are important not only in the global context, but also for

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Глобальний стан аквакультури в умовах сьогодення характеризується активним розвитком та інтенсифікацією виробництва. Відповідно, зростає потреба у функціональних кормах не лише для забезпечення біологічних потреб організму риб, а й для підвищення якості та ефективності виробництва рибної продукції [1]. Слід враховувати, що впровадження інтенсивних технологій в аквакультурі призводить до зростання біологічного навантаження на середовище вирощування риб. У комплексі із антропогенним навантаженням це є суттєвим стресовим чинником для гідробіонтів [2].

Комплексний вплив даних стресових чинників зумовлює зниження резистентності, а також негативно впливає на функціональний стан органів і систем організму риб, що призводить до економічних втрат [3]. Традиційними ефективними лікувальними та профілактичними засобами у даному контексті є антибіотики. Однак, формування антибіотикорезистентності в усіх галузях тваринництва спонукало уряди багатьох країн оцінити їх вплив на якість і безпечність продукції, а також на навколишнє середовище і, відповідно, переглянути законодавчі норми щодо їхнього використання у складі кормів [4, 5].

Екологічно безпечними, доступними та ефективними засобами, що є альтернативою використання антибіотиків в аквакультурі, можуть слугувати фітобіотичні кормові добавки [6]. Встановлено, що використання в годівлі риб фітобіотичних кормових добавок сприяє підвищенню продуктивних показників і виживаності, а також резистентності організму до стресових чинників та різноманітних патогенів. Крім того, дані



Ukrainian aquaculture. Assessment of the effectiveness of the use, development of norms and methods for introducing phyto-biotic additives into the composition of feeds for carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) – the main object of cultivation in aquaculture in Ukraine [8], is a promising task that, against the background of an increase in immune status, will allow reducing the impact of stress factors on the body.

HIGHLIGHT OF THE EARLIER UNRESOLVED PARTS OF THE GENERAL PROBLEM. AIM OF THE STUDY

In accordance with the above, feed production in global practice is actively exploring the prospects for using by-products of agricultural crop processing, which are characterized by biologically active properties. This model provides a positive impact on food security and environmental protection as well as a reduction in the cost of livestock production in accordance with the use of waste as a feed resource [9].

In particular, grape pomace is considered as a feed additive due to its high content of polyphenols, fatty acids and antioxidant compounds. Studies have shown that polyphenolic compounds have antioxidant and anti-inflammatory properties and a positive effect on metabolic parameters and the physiological state of the body. Accordingly, using them as feed additives can help reduce feed costs, improve product quality, increase production profitability, and reduce industrial impact on the environment [10].

Grape pomace is a by-product of winemaking and consists of skins, seeds, and

добавки характеризуються гепатопротекторною дією та здатністю покращувати травні та обмінні процеси в організмі коропа [7].

Окреслена проблематика є актуальною не лише у глобальному контексті, а й для аквакультури України. Оцінка ефективності використання, розроблення норм та методів введення фітобіотичних добавок до складу кормів для коропа (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) — головного об'єкта культивування в аквакультурі України [8] — є перспективним завданням, що на тлі підвищення імунного статусу дозволить досягти зниження впливу стресових чинників на організм.

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

Відповідно до зазначеного вище, у світовій практиці кормовиробництва активно досліджують перспективи використання побічних продуктів переробки сільськогосподарських культур, які характеризуються біологічно активними властивостями. Дана модель передбачає позитивний вплив на продовольчу безпеку і збереження довкілля, а також здешевлення виробництва продукції тваринництва відповідно до використання відходів як кормового ресурсу [9].

Зокрема, як кормова добавка розглядаються виноградні вичавки, відповідно до високого вмісту поліфенолів, жирних кислот та антиоксидантних сполук. Дослідженнями встановлено, що для поліфенольних сполук характерні антиоксидантні та протизапальні властивості та позитивний вплив на метаболічні показники й фізіологічний стан організму. Відповідно, згодовування даних добавок може сприяти зниженню кормових витрат, покращенню якості продукції, підвищенню рентабельності



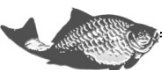
stalks. However, the content of biologically active substances in raw materials can vary significantly depending on the method of production, grape variety, growing region, etc. Therefore, modern technological approaches have been developed to isolate a stable concentration of active ingredients, in particular, environmentally friendly extraction methods with low solvent content [11].

A number of studies have been conducted to determine the effectiveness of using grape pomace in fish feeding. Feeding carp with different rates of grape seed proanthocyanidin extract showed a positive effect on the protein content in the fillet and the activity of the antioxidant defense system; grape pomace at the rate of 5, 10 and 15% increased the growth rate of fish, and also affected the chemical composition of the fillet, reducing the content of lipids, carbohydrates and energy value at higher levels of the additive [12]. Another study found that the use of grape pomace in feeding carp had practically no effect on fish weight gain, but modulated antioxidant status and lipid peroxidation processes, enhancing the activity of the antioxidant defense system and changing individual indicators of the intestinal microbiota (aerobic microbes and enterobacteria) [13]. Feeding grape pomace extract to European seabass (*Dicentrarchus labrax* Linnaeus, 1758) did not affect fish weight gain, but the consistency of the fillets improved, the lipid content and concentration of saturated fatty acids decreased, while the concentration of polyunsaturated fatty acids increased, and the activity of malondialdehyde decreased, confirming the antioxidant effect of the supplement [14]. The introduction of grape sediment into the diet of juvenile golden grey mullet (*Liza aurata* Risso, 1810) under optimal conditions had a positive effect on fish growth, led to a decrease in glycogen in the liver and an increase in lysozyme activity; un-

виробництва та зменшенню промислового впливу на навколишнє середовище [10].

Виноградні вичавки є побічним продуктом виноробства і складаються із шкірок, кісточок і плодоніжок. Проте вміст біологічно активних речовин у сировині може значно коливатись в залежності від способу виготовлення, сорту винограду, регіону вирощування тощо. Тому для виділення сталої концентрації активних речовин розроблено сучасні технологічні підходи, зокрема екологічні методи екстракції з низьким вмістом розчинників [11].

Проведено низку досліджень із визначення ефективності використання виноградних вичавок в годівлі риб. Згодовування коропа різних норм екстракту проантоціанідину з виноградних кісточок свідчить про позитивний вплив на вміст білка у філе і активність системи антиоксидантного захисту; виноградних вичавок із розрахунку 5, 10 і 15% — збільшення темпів росту риб, вплив на хімічний склад філе, зокрема зниження вмісту ліпідів, вуглеводів, а також енергетичну цінність за вищих рівнів введення добавки [12]. Іншим дослідженням встановлено, що використання виноградних вичавок в годівлі коропа практично не вплинуло на приріст маси риб, проте модулювало антиоксидантний статус і процеси перекисного окиснення ліпідів, посилюючи активність системи антиоксидантного захисту та змінюючи окремі показники кишкової мікробіоти (аеробні мікроби та ентеробактерії) [13]. Згодовування екстракту виноградних вичавок морському окуню (*Dicentrarchus labrax* Linnaeus, 1758) не вплинуло на приріст маси риб, проте зумовило покращення консистенції філе, зниження вмісту ліпідів та концентрації насичених жирних кислот; натомість, зросла концентрація поліненасичених жирних кислот, а також знизилась ак-



der the influence of hypoxia as a stress factor – a decrease in lactate and cortisol levels and an increase in antioxidant and immune protection under hypoxia conditions [15]. Adding grape pomace to the feed did not affect the growth of European seabass but reduced cortisol levels, glycogen in the liver and muscles, and fillet oxidation during storage, and also changed the structure of the intestinal microbiota [16]. Studies on rainbow abalone (*Haliotis iris* Gmelin, 1791) showed that the inclusion of grape pomace and insect meal in the feed changed the ratio of lipids, carbohydrates, individual amino acids and fatty acids in the tissues, which confirms the dependence of their composition on the components of the diet [17].

Thus, the prospects for the use of this additive in aquaculture are outlined. However, there is no comprehensive data on the optimal form and norms for introducing grape pomace into the feeding of various fish species and a comprehensive analysis of their impact on the productive indicators of carp as well as indicative functional indicators of the organism that correspond to the biological properties of this additive: the antioxidant status of the body and the histomorphological state of the intestine.

The aim of the work was to study the effect of introducing grape pomace in the form of an extract into carp feed on the growth, development and functional state of the body as well as to substantiate the optimal norms for the use of this functional feed additive.

Analysis of the results obtained will provide an opportunity to assess the effectiveness of using grape pomace as a feed additive in feeding carp and determine the optimal methods of introducing this additive into the diet. The study is aimed at solving the current problem of increasing resistance and ensuring optimal functional characteristics of the carp organism under modern conditions of the growing envi-

тивність малонового діальдегіду, що підтверджує антиоксидантний ефект добавки [14]. Введення до раціону молоді сингіля (*Liza aurata* Risso, 1810) виноградного осаду за оптимальних умов позитивно вплинуло на ріст риб, привело до зниження глікогену у печінці і підвищення лізоцимної активності; за впливу гіпоксії як стресового чинника — зниження рівня лактату та кортизолу і посилення антиоксидантного та імунного захисту в умовах гіпоксії [15]. Додавання виноградних вичавок до корму не впливало на ріст морського окуня, але знижувало рівень кортизолу, глікогену в печінці і м'язах та окиснення філе під час зберігання, а також змінювало структуру кишкової мікробіоти [16]. Дослідження на морському вушку (*Haliotis iris* Gmelin, 1791) показали, що включення виноградних вичавок і борошна з комах до кормів змінювало співвідношення ліпідів, вуглеводів, окремих амінокислот і жирних кислот у тканинах, що підтверджує залежність їх складу від компонентів раціону [17].

Отже, окреслено перспективи використання даної добавки в аквакультурі, проте відсутні вичерпні дані щодо оптимальної форми і норм введення виноградних вичавок в годівлі різних видів риб та комплексного аналізу їх впливу на продуктивні показники коропа, а також показові функціональні показники організму, що відповідають біологічним властивостям даної добавки, — антиоксидантного статусу організму та гістоморфологічного стану кишечника.

Мета роботи полягає у дослідженні впливу введення виноградних вичавок у формі екстракту до складу кормів для коропа на ріст, розвиток та функціональний стан організму, а також обґрунтуванні оптимальних норм використання даної функціональної кормової добавки.

Аналіз отриманих результатів на-



ronment. Introduction into production will provide an opportunity to develop optimal protocols for introducing this phytogenic supplement into the carp diet for preventive or therapeutic purposes as well as to determine the economic efficiency of its use.

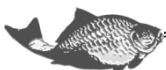
MATERIALS AND METHODS

The study was conducted in 2025 at the laboratory complex of the Institute of Fisheries of the NAAS, Kyiv. The object of the study were age-1+ carps with an initial average weight of 37.72 ± 0.605 g. A control and three experimental groups were formed, which were kept in 150 dm³ aquariums, each of which contained 25 carp individuals. The conditions for keeping fish were identical in all groups, with optimal physical and chemical parameters of the water ensured through thermoregulation, water exchange and aeration. The adaptation period, during which fish of all groups received the same diet, lasted 14 days. Experimental feeding was carried out twice a day for 30 days. The control group of fish was fed with the artificial feed of the following composition, %: fish meal – 15, meat and bone meal – 5, wheat – 16, bran – 10, peas – 5, sunflower meal – 20, soybean cake – 15, feed yeast – 7, corn starch – 5, limestone flour – 1, premix – 1. The carp of the experimental groups were fed with grape pomace (Vin-Vita®), in particular: experiment 1 – in the amount of 0.5%, experiment 2 – 1.0%, experiment 3 – 2.0%. Grape pomace was used in the form of a

дасть можливість оцінити ефективність використання виноградних вичавок як кормової добавки в годівлі коропа та визначити оптимальні способи введення даної добавки до раціону. Дослідження спрямоване на вирішення актуальної проблеми підвищення резистентності та забезпечення оптимальних функціональних характеристик організму коропа за сучасних умов середовища вирощування. Впровадження у виробництво надасть можливість розробити оптимальні протоколи введення даної фітогенної добавки до раціону коропа із профілактичною чи лікувальною метою, а також визначити економічну ефективність її використання.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження проведено у 2025 р. на базі лабораторного комплексу Інституту рибного господарства НААН, м. Київ. Об'єктом дослідження були дволітки коропа початковою середньою масою $37,72 \pm 0,605$ г. Сформовано контрольну і 3 дослідні групи, яких утримували у акваріумах об'ємом 150 дм³, у кожен з яких було поміщено по 25 особин коропа. Умови утримання риб були ідентичними в усіх групах, при цьому забезпечено оптимальні фізико-хімічні параметри водного середовища шляхом терморегуляції, водообміну і аерації. Адаптаційний період, впродовж якого риби усіх груп отримували однаковий раціон, тривав 14 діб. Експериментальну годівлю проводили двічі на день впродовж 30 діб. Контрольній групі риб згодовували штучний корм наступного складу, %: рибне борошно — 15, м'ясо-кісткове борошно — 5, пшениця — 16, висівки — 10, горох — 5, шрот сояшниковий — 20, макуха соєва — 15, дріжджі кормові — 7, крохмаль кукурудзяний — 5, вапнякове борошно — 1, премікс — 1. Коропам дослідних груп до складу раціону вводили виноградні



concentrated extract made from the skins and seeds of dark grape varieties without added sugar or preservatives. The supplement contained bioflavonoids, pectins, organic acids and minerals in biologically active form (potassium, sodium, calcium, magnesium, iron). The energy value was 6 kcal/L.

In accordance with the above biological properties of the additive, upon completion of the experiment, individual parameters of the functional state of the body of carp in the control and experimental groups were analyzed.

The fish weight (W, g) was determined by weighing on scales with an accuracy of 0.1 g, and absolute (AWG) and relative (RWG) weight gains were determined [18].

In order to study the activity of the antioxidant defense system (ADS) of the body, samples of the hepatopancreas of carp were taken at the end of the experiment. Superoxide dismutase (SOD) activity was determined by a method based on the reduction of nitrotetrazolium blue by superoxide radicals formed as a result of the reaction between phenazine metasulfate and the reduced form of nicotinamide dinucleotide [19], catalase activity was determined by changing the concentration of H_2O_2 [20]. The concentration of diene conjugates was determined by a method based on the optical density reaction of the heptaneisopropanol extract of lipids [21]. The concentration of thiobarbituric acid (TBA products) was determined spectrophotometrically by the color reaction between malondialdehyde and thiobarbituric acid [22]. Protein content was determined by the Bradford method [23].

The intestinal sampling of age-1+ carp for histological and morphometric studies was carried out by complete pathological dissection of five individuals from each studied group of fish [24, 25]. Small intestine pieces were fixed in 10% neutral

вичавки (Вин-Віта®), зокрема: дослід 1 — у кількості 0,5%; дослід 2 — 1,0%; дослід 3 — 2,0%. Виноградні вичавки згодовували у формі концентрованого екстракту, що виготовляється зі шкірки та кісточок темних сортів винограду без додавання цукру і консервантів. Добавка містить біофлавоноїди, пектини, органічні кислоти та мінеральні речовини у біологічно активній формі (калій, натрій, кальцій, магній, залізо). Енергетична цінність складає 6 ккал/л.

Відповідно до зазначених вище біологічних властивостей добавки, після завершення експерименту проаналізовано окремі показники функціонального стану організму коропів контрольної та дослідних груп.

Визначали масу риб (Р, г) зважуванням на вагах з точністю до 0,1 г, показники абсолютного (АП) та відносного (ВП) приростів маси [18].

З метою дослідження активності системи антиоксидантного захисту (САЗ) організму після завершення експерименту відібрано зразки гепатопанкреаса коропів. Активність супероксиддисмутази (СОД) визначали за методом, що базується на відновленні нітротетразолію синього супероксидними радикалами, які утворюються у результаті реакції між феназинметасульфатом і відновленою формою нікотинаміддинуклеотиду [19], активність каталази — за зміною концентрації H_2O_2 [20]. Концентрацію дієнових кон'югатів визначали за методом, що ґрунтується на реакції оптичної густини гептанізопропанольного екстракту ліпідів [21]. Визначення концентрації тіобарбітуратової кислоти (ТБК-продукти) проводили спектрофотометрично за кольоровою реакцією між малоновим діальдегідом і тіобарбітуровою кислотою [22]. Визначення вмісту білка проводили за методом Бредфорда [23].

Відбір проб кишечника дволіток ко-



formalin solution with subsequent dehydration in ethyl alcohol of increasing concentration (70; 80 and 96°) and subsequent embedding in paraffin. Histological sections 7–8 μm thick were prepared on a slide microtome MS-2. For the morphological structure of the intestine, histological sections were stained with hematoxylin and eosin [26]. When conducting morphometric studies, the height of the intestinal villi (HV), the depth of the crypts (DC), their ratio (HV/DC), as well as the width of the muscular coat were determined using the morphometric program “DP-SOFT” [27]. Microscopy of histological sections was performed using specialized manuals and atlases [28, 29].

Statistical processing of the results obtained was carried out by the method of variational statistics using the functions of the Microsoft Excel program, with an emphasis on the standard errors [30].

STUDY RESULTS AND THEIR DISCUSSION

The study analyzed the effect of adding grape pomace to the diet of age-1+ carp on their productive performance. The average initial weight of fish in the experimental groups was 37.7 g. Upon completion of the study, no pronounced effect of the experimental phyto-genic supplement on AWG and RWG was found (Fig. 1).

In experiment 1, at the minimum content of the additive in the feed, AWG was only 0.3% lower compared to the control, i.e. remained practically unchanged, while RWG decreased by 1.7%. In experiment

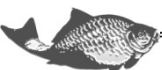
ропа для проведення гістологічних та морфометричних досліджень здійснювали шляхом повного патологоанатомічного розтину 5-ти особин з кожної досліджуваної групи риб [24, 25]. Шматочки тонкого кишечника фіксували в 10%-му нейтральному розчині формаліну з подальшою дегідратацією (зневодненням) у етиловому спирті висхідної концентрації (70; 80 та 96°) та подальшим заливанням у парафін. Гістологічні зрізи товщиною 7–8 мкм виготовляли на санному мікротомі МС-2. Для морфологічної структури кишечника гістологічні зрізи фарбували гематоксиліном та еозином [26]. При проведенні морфометричних досліджень визначали висоту ворсинок кишечника (ВВ), глибину крипт (ГК), їх співвідношення (ВВ/ГК), а також ширину м'язової оболонки, використовуючи морфометричну програму «DP-SOFT» [27]. Мікроскопію гістологічних зрізів проводили, застосовуючи спеціалізовані для галузі посібники та атласи [28, 29].

Статистичну обробку результатів проводили методом варіаційної статистики за допомогою функцій програми «Microsoft Excel», з акцентом на похибки середніх арифметичних величин [30].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Після завершення досліджень проаналізовано вплив додавання до раціону виноградних вицавок на продуктивні показники дволіток коропа. Середня початкова маса риб експериментальних груп складала 37,7 г. Після завершення дослідження не встановлено вираженого впливу експериментальної фітогенної добавки на показники АП і ВП (рис. 1).

У досліді 1, за мінімального рівня включення добавки до корму, АП маси риб був лише на 0,3% нижчим порівня-



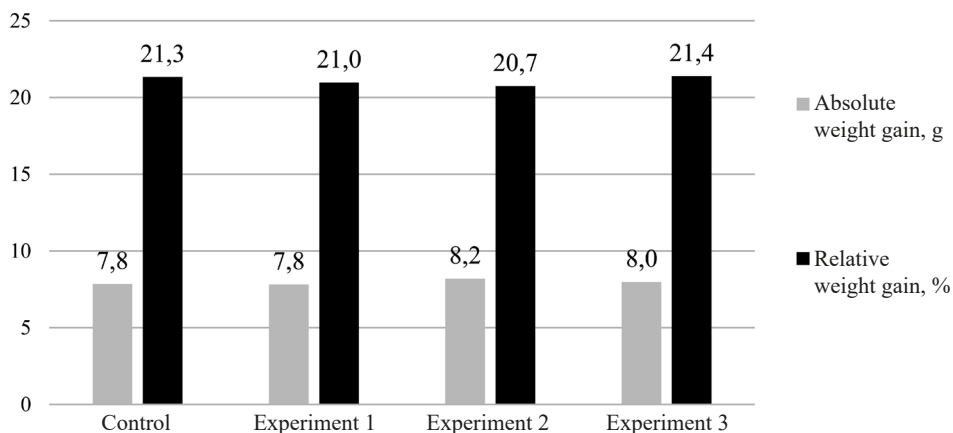


Fig. 1. Absolute and relative weight gains of experimental groups of carp (n=25)

2, the opposite trend was observed: AWG exceeded the control one by 4.5%, while RWG was lower by 2.8%. In experiment 3, at the maximum content of grape pomace in the carp feed, an increase in AWG by 1.8% and RWG by 0.3% was recorded.

After introducing grape pomace into the carp diet for 30 days, the weight gain of the fish practically did not change.

The results obtained indicate that the introduction of grape pomace into the carp diet for 30 days did not lead to significant changes in fish weight gain. This is consistent with current data that the inclusion of grape pomace in carp diets did not always cause statistically significant changes in productive parameters, but had a positive effect on certain physiological and biochemical parameters of the body [13].

Some differences were found between the experimental and control groups according to the composition of the diet when ADS activity in the hepatopancreas of carp.

Analyzing the activity of the enzyme link of the ADS, a slight increase in catalase activity (by 0.7%) was found in experiment 1, with a minimum level of grape pomace introduction into the feed (Table 1).

In experiments 2 and 3, on the contrary,

но з контролем, тобто залишався практично незмінним, тоді як ВП зменшився на 1,7%. У досліді 2 спостерігалася протилежна тенденція: АП перевищував контрольний показник на 4,5%, однак ВП був нижчим на 2,8%. У досліді 3, за максимального рівня введення винограду до раціону коропа, зафіксовано підвищення АП на 1,8% і ВП на 0,3%.

Встановлено, що в результаті введення до складу раціону коропа впродовж 30 діб винограду причасті маси риби практично не змінювалися.

Отримані результати свідчать, що введення винограду до раціону коропа впродовж 30 діб не привело до суттєвих змін показників росту. Це узгоджується з сучасними даними, що включення винограду до раціонів коропа не завжди спричиняє статистично значущі зміни продуктивних показників, проте позитивно впливає на окремі фізіологічно-біохімічні показники організму [13].

У результаті досліджень активності САЗ у гепатопанкреасі коропів встановлено деякі відмінності між дослідними та контрольною групою, відповідно до складу раціону.

На підставі аналізу активності ферментної ланки САЗ встановлено не-



there was a slight tendency to a decrease in this parameter – by 0.6 and 0.3%, respectively. At the same time, the activity of SOD, a key enzyme of the ADS, decreased in all experimental groups – by 19.6; 18.0 and 47.0% ($p < 0.01$).

At the same time, a lower content of lipid peroxidation products was recorded in all experimental variants compared to the control. In particular, the level of diene conjugates was lower by 27.8; 27.1 and 31.6%, and TBA products by 13.3; 6.7 and 36.7%, respectively.

In general, a significant decrease in the content of lipid peroxidation products with a simultaneous decrease in SOD activity may indicate the antioxidant properties of grape pomace, which directly neutralize active oxygen species and prevent the development of lipoperoxidation. As a result, the body's need for activation of the enzymatic link of the ADS, in particular SOD, decreases and is an adaptive response of the body to reduce the formation of free radicals. The simultaneous decrease in the level of lipid peroxidation products confirms that free radical oxidation processes were less intense and the antioxidant status of the body was more stable [31].

The established reduction in the level of lipid peroxidation products is consistent with data on the ability of grape pomace to inhibit peroxidation and reduce the level of oxidative stress in fish, which is explained by the high content of polyphe-

значне підвищення активності каталази (на 0,7%) у досліді 1, за мінімального рівня введення виноградних вичавок до корму (табл. 1).

У дослідях 2 і 3, навпаки, спостерігалася незначна тенденція до зниження цього показника — на 0,6 та 0,3% відповідно. Водночас, активність СОД, ключового ферменту САЗ, зменшувалася в усіх дослідних групах — на 19,6; 18,0 та 47,0% ($p < 0,01$).

Разом із цим, зафіксовано нижчий вміст показників продуктів ПОЛ в усіх дослідних варіантах порівняно з контрольним. Зокрема, рівень дієнових кон'югатів був нижчим на 27,8; 27,1 та 31,6%, а ТБК-продуктів — на 13,3; 6,7 та 36,7% відповідно.

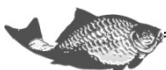
Загалом суттєве зниження вмісту продуктів ПОЛ за одночасного зменшення активності СОД може свідчити про антиоксидантні властивості виноградних вичавок, які безпосередньо нейтралізують активні форми кисню та перешкоджають розвитку ліпопероксидації. Унаслідок цього потреба організму в активації ферментативної ланки САЗ, зокрема СОД, зменшується і є адаптивною реакцією організму на зменшення утворення вільних радикалів. Одночасне зниження рівня продуктів ПОЛ підтверджує, що процеси вільнорадикального окиснення були менш інтенсивними, а антиоксидантний статус організму стабільнішим [31].

Встановлене зниження рівня про-

Table 1. Activity of antioxidant enzymes and content of lipid peroxidation products in carp hepatopancreas ($M \pm m$, $n=3$)

Enzyme activity	Control	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3
Superoxide dismutase, U/min $\times$ mg protein	4.79 $\pm$ 0.30	3.85 $\pm$ 0.33	3.93 $\pm$ 0.27	2.54 $\pm$ 0.32**
Catalase enzyme activity, μ mol H ₂ O ₂ /min $\times$ mg protein	48.15 $\pm$ 0.30	48.50 $\pm$ 0.19	47.85 $\pm$ 0.24	47.99 $\pm$ 0.23
Diene conjugates, nmol/mg protein	1.33 $\pm$ 0.25	0.96 $\pm$ 0.14	0.97 $\pm$ 0.33	0.91 $\pm$ 0.04
TBA-active products, nmol/mg protein	0.30 $\pm$ 0.04	0.26 $\pm$ 0.07	0.28 $\pm$ 0.02	0.19 $\pm$ 0.06

Note. Differences are significant compared to the control group: ** $p < 0.01$.



nolic compounds (in particular, resveratrol and proanthocyanidins), which directly neutralize reactive oxygen species [10].

The results of morphometric analysis of the middle intestine of carp showed that the normal architectonics of the components was preserved in all groups of fish (Table 2).

Analyzing the data in Table 2, we can state the following: the villi height and the crypts depth were lower in all experimental groups of fish compared to the control (by 23.67; 50.88; 136.36 and 4.11; 14.16; 24.60 μm , respectively). When grape pomace was introduced at an amount of 0.5; 1.0 and 2.0% of the feed weight, the width of the muscular membrane of the carp intestine was smaller compared to the control by 3.35; 9.18 and 22.11 μm .

According to the results of histological studies, it can be concluded that the microstructure of the intestinal wall of all studied individuals at the end of the experiment corresponded to the norm. For a comparative analysis, we took the structure of the middle part of the intestinal wall of the control group fish as a kind of standard (Fig. 2).

As can be seen from Figure 2, the organ wall is formed by mucous, muscular, and serous membranes (or layers). The submucosal base in the posterior intestine of carp has a vague structuring, which is a species-specific feature [32].

In the future, the main attention is focused on the study of the components of the first two layers, since the changes occurring in them are of diagnostic signifi-

дуктів ПОЛ узгоджується з даними про здатність виноградних вичавок пригнічувати пероксидацію та знижувати рівень оксидативного стресу у риб, що пояснюється високим вмістом поліфенольних сполук (зокрема ресвератролу та проантоціанідинів), які безпосередньо нейтралізують активні форми кисню [10].

За результатами морфометричного аналізу середнього відділу кишечника коропа було встановлено, що нормальна архітектоніка складових збережена в усіх групах риб (табл. 2).

Аналізуючи дані таблиці 2, можна констатувати наступне: показники висоти ворсинок та глибини крипт були нижчими у всіх дослідних групах риб порівняно з контрольною (на 23,67; 50,88; 136,36 і 4,11; 14,16; 24,60 мкм відповідно). За введення виноградних вичавок в кількості 0,5; 1,0 та 2,0% від маси корму ширина м'язової оболонки кишечника коропа була меншою відносно контролю на 3,35; 9,18 і 22,11 мкм.

Відповідно до результатів гістологічних досліджень, можна зробити висновок, що наприкінці експерименту мікроструктура стінки кишечника всіх досліджених особин відповідала нормі. З метою проведення порівняльного аналізу, за своєрідний еталон нами було взято будову середньої частини кишкової стінки риб контрольної групи (рис. 2).

Як видно із рисунка 2, стінка органа сформована слизовою, м'язовою та серозною оболонками (або шарами). Підслизова основа у задньому відділі кишечника коропа має невиразну струк-

Table 2. Morphometric parameters of the small intestine in age-1+ carp fed with a diet containing grape pomace ($M \pm m$, $n=3$)

Investigated parameters	Control	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3
Height of intestinal villi, μm	548.41 $\pm$ 26.63	524.74 $\pm$ 23.91	490.53 $\pm$ 22.71*	412.05 $\pm$ 18.43**
Crypts depth, μm	91.57 $\pm$ 9.65	87.46 $\pm$ 8.82	77.41 $\pm$ 8.35*	66.97 $\pm$ 7.48**
Muscle layer width, μm	61.82 $\pm$ 6.53	58.47 $\pm$ 6.31	48.64 $\pm$ 5.29*	39.71 $\pm$ 4.62**

Note. Differences are significant compared to the control group: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$.



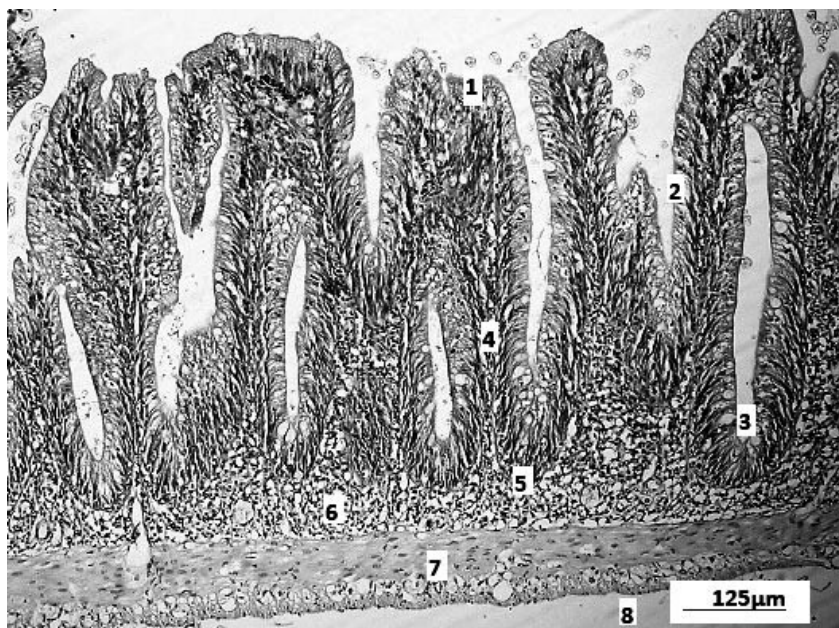


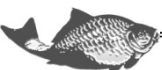
Fig. 2. Structure of the middle intestine of age-1+ carp. Control group. 1 – villus; 2 – epitheliomorphous layer of the mucous membrane; 3 – crypt; 4 – lamina propria of the mucous membrane; 5 – muscular lamina of the mucous membrane; 6 – submucosa; 7 – muscularis; 8 – serosa. Hematoxylin Gill 2, eosin “Y”. X160 (© Zaporozhets, O.)

cance. Thus, two populations are distinguished in the epithelium of the mucous membrane – prismatic (marginal) enterocytes and goblet cells. Small endocrine cells are not visible on the preparations, which can be explained by the inappropriate thickness of the histological section for their detection (8.0 μm). The cytoplasm of bordered enterocytes is moderately oxyphilic, the nuclei are predominantly elliptical. The cytoplasm of most goblet cells is filled with a finely dispersed secret. Nuclei are elliptical, oriented closer to the basement membrane; chromatin pits and nucleoli are not visible in detail. Epitheliomorphous layer, muscular layer and lamina propria form folds and crypts.

It was found that the reaction of the components of the middle intestinal section of the fish of experiment 1 to the addition of 0.5% grape pomace to the feed was virtually absent. The exception is the intestines of fish from experimental groups

туризацію, що є видоспецифічною ознакою [32].

У подальшому основна увага акцентована на дослідженні складових двох перших шарів, оскільки зміни, що в них відбуваються, мають діагностичне значення. Отже, в епітелії слизової оболонки виділяються дві популяції — призматичні (каємчасті) ентероцити та келихоподібні клітини. Дрібні ендокринні клітини на препаратах не простежуються, що можна пояснити невідповідною для їх виявлення товщиною гістозрізу (8,0 мкм). Цитоплазма каємчастих ентероцитів помірно оксифільна, ядра переважно еліптичні. Цитоплазма більшості келихоподібних клітин заповнена дрібнодисперсним секретом. Ядра еліптичні, орієнтовані ближче до базальної мембрани; глибки хроматину та нуклеоли детально не проглядаються. Епітеліоморфний шар, м'язова і власна пластинки формують складки та крипти.



2 and 3, the layers of which react positively to the presence of the experimental additive in the feed. The histological picture of the mucosal reaction is specific, as shown in Figure 3.

According to Figure 3 «A», with the similarity of the length of the villi with those in the fish of the control group (see Figure 2), activation of the cellular composition of the mucous membrane was recorded. A characteristic diagnostic feature is the elongation of the nuclei of the squamous epithelium and an increase in the

Було встановлено, що реакція складових середнього відділу кишечника риб дослідів 1 на додавання до корму 0,5% виноградних вичавок фактично відсутня. Виняток становить кишечник риб 2 і 3 дослідних груп, шари якого позитивно реагують на присутність експериментальної добавки у складі корму. Гістологічна картина реакції слизової оболонки специфічна, що відображено на рисунку 3.

За даними рисунка 3 «А», при схожості довжини ворсинок з аналогами

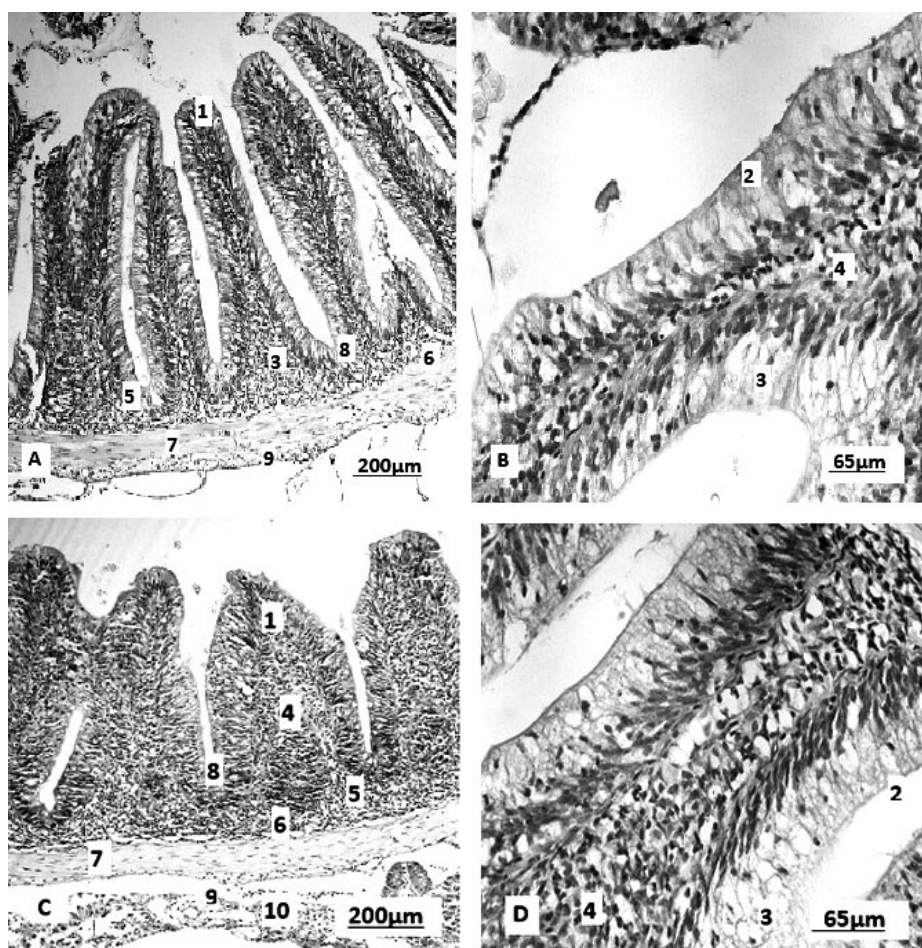


Fig. 3. The middle section of the intestine of age-1+ carp. A, B – experiment 2. C, D – experiment 3. 1 – villus; 2 – marginal enterocyte; 3 – goblet cell; 4 – lamina propria of the mucous membrane; 5 – muscular lamina of the mucous membrane; 6 – submucosa; 7 – muscularis; 8 – crypt; 9 – serosa; 10 – hepatopancreas. Gill 2 hematoxylin, eosin “Y”. X100, 400 (© Zaporozhets, O.)



number of goblet cells (Fig. 3 “B”). Figure 3 “C” clearly shows the contraction of the villi, the filling of the goblet cells with secretion. The fact of modulation of lymph-blood flow was noted (Fig. 3 “D”).

The presence of grape pomace extract in the feed improves intestinal motility. The most significant result was achieved when using the additive at a concentration of 2% (experiment 3). A comparative histological picture of the intestinal sections is shown in Figure 4.

As shown in Figure 4 “A”, the nuclei of smooth myocytes of the circular layer have a lanceolate shape, which is closer to elliptical. In Figure 4 “B” it is noticeable that the nuclei are strongly elongated. In some places, they have an irregular, worm-like shape.

Paneth cells were found in the crypts of the intestines of fish from experiment 3 (Fig. 5).

As seen in Figure 5, Paneth cells tend to be diffusely located. A specific feature of the cells is the peripheral location of the nuclei and eosinophilic granularity of the cytoplasm. According to the results obtained, cells of this type were not detected in fish in the control and experiment 1. They were al-

у риб контрольної групи (див. рис. 2) фіксується активізація клітинного складу слизової оболонки. Характерною діагностичною ознакою є витягнутість ядер каемчастого епітелію та зростання кількості келихоподібних клітин (рис. 3 «В»). На рисунку 3 «С» виразно помітні скорочення ворсинок, заповнення келихоподібних клітин секретом. Відмічений факт модулювання лімфо- кровотоку (рис. 3 «D»).

Присутність у складі корму екстракту виноградних вичавок покращує моторику кишечника. Найзначущіший результат було досягнуто під час використання добавки у концентрації 2% (дослід 3). Порівняльна гістологічна картина ділянок кишечника показана на рисунку 4.

Як свідчать дані рисунка 4 «А», ядра гладких міоцитів циркулярного шару мають ланцетоподібну форму, що ближче до еліптичної. На рисунку 4 «В» помітно, що ядра сильно витягнуті. Місцями вони мають неправильну, на кшталт червоподібної, форму.

У поглибленнях крипт кишечника риб дослід 3 були виявлені клітини Панета (рис. 5).

Як демонструє рисунок 5, клітини

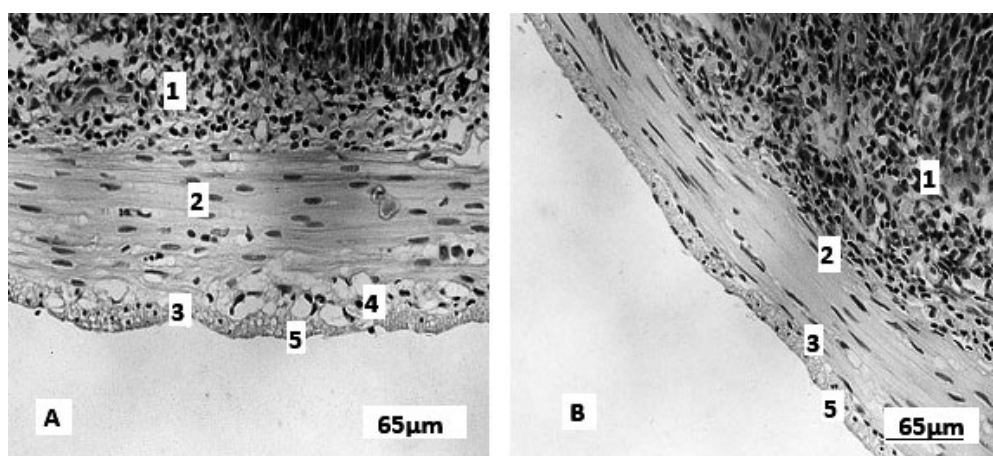
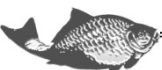


Fig. 4. Muscular membrane of the posterior intestine of age-1+ carp. A – control. B – experiment 3. 1 – lamina propria of the mucous membrane; 2 – circular layer; 3 – longitudinal layer; 4 – capillary; 5 – serosa. Gill 2 hematoxylin, eosin “Y”. X400 (© Zaporozhets, O.)



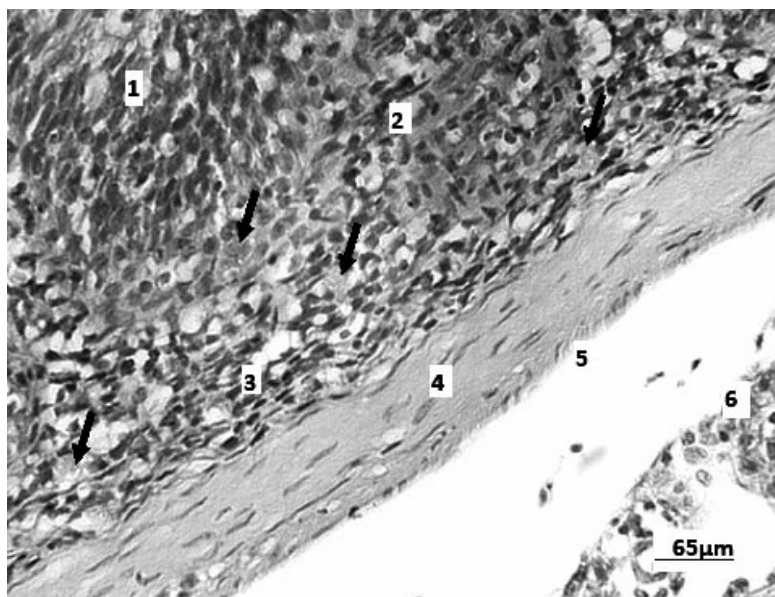


Fig. 5. Paneth cells (indicated by arrows). Experiment 3. 1 – lamina propria of the mucosa; 2 – muscularis mucosa; 3 – submucosa; 4 – muscularis; 5 – serosa; 6 – hepatopancreas. Gill 2 hematoxylin, eosin “Y”. X500 (© Zaporozhets, O.)

most never found in the fish of experiment 2.

Studies of the exocrine segment of the hepatopancreas of fish showed that contrasting changes in tissue components are observed in fish of experiment 3. Microlevel changes in the exocrine “pancreatic” segment are demonstrated in Figure 6.

Figure 6 “A” shows that acinocytes (exocrine parenchyma) have a weakly oxyphilic color. The nuclei are distinguished by horizontal polarity. The vascular network is moderately dilated. Figure 6 “B” shows a noticeable change in the saturation of the acinocyte cytoplasm towards the acidophilic range. Increased secretory activity of cells is accompanied by a change in the polarity of the nuclei towards the basement membrane and dilation of blood vessels.

Histological studies of the marginal zone in the liver of fish from the control group showed moderate lipostasis in hepatocytes (Fig. 7).

Figure 7 shows the heterochromia of the cytoplasm of hepatocytes. The nuclei are hyperchromatic in relation to the main

Панета мають тенденцію до дифузного розташування. Специфічною ознакою клітин є периферичне розташування ядер та еозинофільна зернистість цитоплазми. Згідно з отриманими результатами, клітини даного типу у риб у контролі та досліді 1 не були виявлені. У риб досліді 2 вони майже не зустрічалися.

Дослідження екзокринного сегменту гепатопанкреасу риб дозволили встановити, що контрастні зміни у тканинних складових спостерігаються у риб досліді 3. Мікрорівневі зміни в екзокринному «підшлунковому» сегменті продемонстровано на рисунку 6.

На рисунку 6 «А» видно, що ациноцити (екзокринна паренхіма) мають слабоокисильне забарвлення. Ядра відрізняються горизонтальною полярністю. Васкулярна мережа помірно розширена. На рисунку 6 «В» помітна зміна насиченості цитоплазми ациноцитів у бік ацидофільної гами. Підвищення секреторної активності клітин супрово-



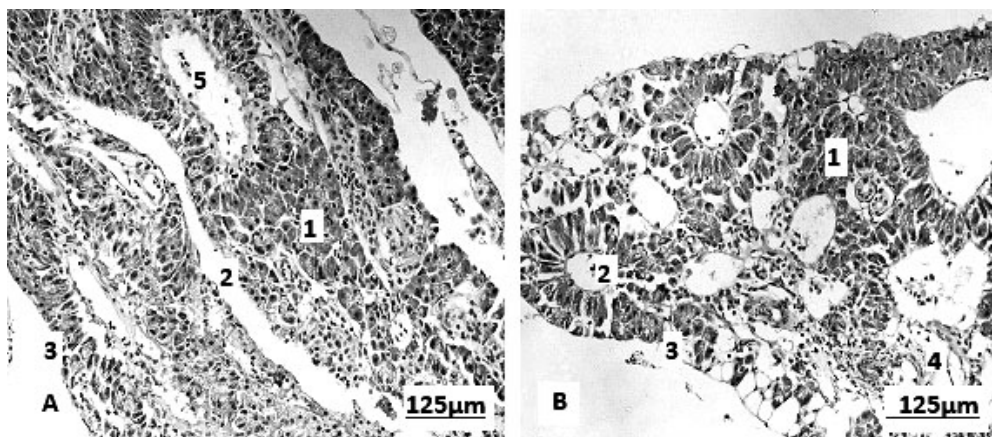


Fig. 6. Hepatopancreas of age-1+ carp. Exocrine segment. A – control. B – experiment 3. 1 – acinocytes; 2 – acinar duct; 3 – capsule; 4 – arteriole; 5 – venule. Gill 2 hematoxylin, eosin “Y”. X100 (© Zaporozhets, O.)

stain, which is evidence of the resumption of growth and regeneration processes in certain areas of the organ. It should be noted that in the series “control – experiment 1 – experiment 2” the histological picture of the liver parenchyma has a corresponding similarity.

It was found that the ratio of cell pop-

джується зміною полярності ядер у бік базальної мембрани та розширенням судин.

Гістологічні дослідження маргінальної зони печінки риб контрольної групи дозволили встановити у гепатоцитах помірний ліпостаз (рис. 7).

На рисунку 7 можна побачити гете-

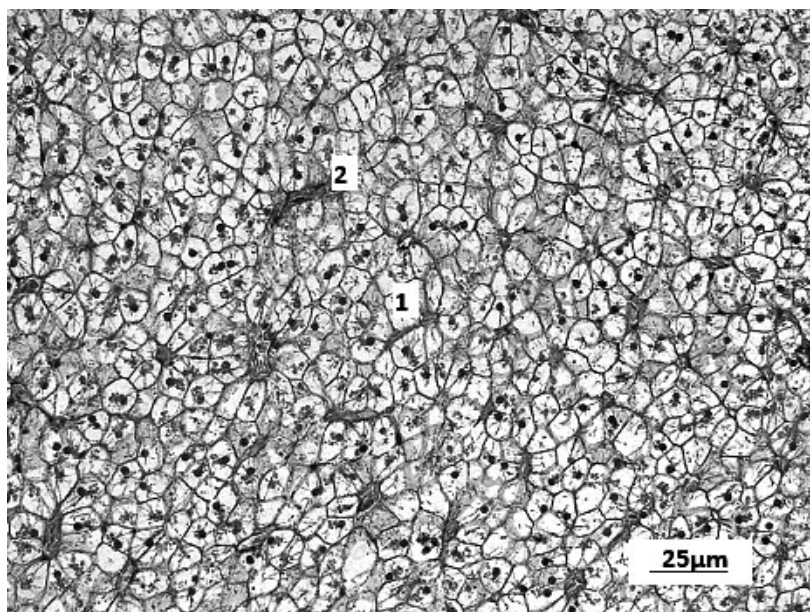


Fig. 7. Liver of age-1+ carp. Control. 1 – lipostatic hepatocyte; 2 – sinusoidal capillary. Gill 2 hematoxylin, eosin “Y”. X300 (© Zaporozhets, O.)



ulations in the liver parenchyma changes under the action of 2% grape pomace extract (Fig. 8).

Analysis of the content of Figure 8 allows stating that the cytoplasm of most hepatocytes loses fat-containing vacuoles (see Figure 7) and acquires a characteristic granularity and saturated shade. Cell nuclei are hyperchromatic with respect to the main stain. Sinusoidal capillaries have normal blood filling.

In general, the results obtained indicate a positive effect of grape pomace on the morphofunctional state of the digestive organs, which is confirmed by the absence of pathological changes in the tissues. Regarding the intestine, at first glance, the low height of the villi and the depth of the crypts of the experimental fish give the impression of a decrease in the area of the suction surface, but in fact the radius of curvature of the villi changes. The total area of the suction surface remained unchanged, because the quantitative composition of the cell populations was

рохромність цитоплазми гепатоцитів. Ядра є гіперхроматичними відносно основного барвника, що є свідченням відновлення процесів росту та регенерації в окремих ділянках органа. При цьому слід зазначити, що у ряді «контроль — дослід 1 — дослід 2» гістологічна картина паренхіми печінки має відповідну схожість.

Встановлено, що в умовах дії 2% екстракту виноградних вичавок співвідношення клітинних популяцій у паренхімі печінки змінюється (рис. 8).

Аналіз змісту рисунка 8 дозволяє стверджувати, що цитоплазма більшості гепатоцитів втрачає жировмісні вакуолі (див. рис. 7) і набуває характерної зернистості і насиченого відтінку. Ядра клітин гіперхроматичні відносно основного барвника. Синусоїдні капіляри мають нормальне кровонаповнення.

Загалом, отримані результати свідчать про позитивний вплив виноградних вичавок на морфофункціональний стан органів травлення, що підтверджується

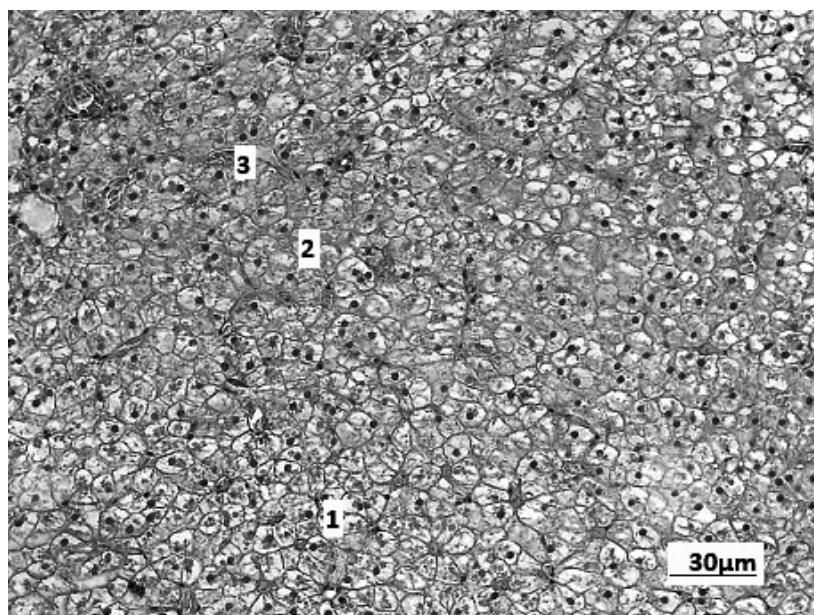


Fig. 8. Liver of age-1+ carp. Experiment 3. 1 – lipostatic hepatocyte; 2 – hepatocyte with a change in function (intermediate state); 3 – sinusoidal capillary. Gill 2 hematoxylin, eosin “Y”. X100 (© Zaporozhets, O.)



preserved. When the villi shorten, they naturally thicken, which primarily occurs due to blood filling of the vessels and acceleration of hemodynamics. The increase in the speed and volume of blood flow is accompanied by an increase in the number of lymphoid elements. Additional dislocation of Paneth cells at the base of the crypts demonstrates an increase in the immune status of the organism, which indicates a reduced risk of inflammatory processes in the fish body. The results obtained coincide with the data of other researchers [33].

Compared with the control fish of experiments 1 and 2, the maximum approach of the nuclei to the basement membrane and an increase in the volume of the cytoplasm were recorded in the marginal enterocytes of the fish of experiment 3, which occurs due to an increase in the intensity of nutrient absorption. In parallel, activation of the function of goblet cells (large vacuole stage) is observed, the secretion of which contributes to the normalization of peristalsis.

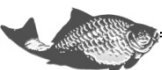
With the introduction of grape pomace at the amount of 0.5; 1.0 and 2.0% of the feed weight, the width of the muscular membrane of the intestines of fish within the experimental groups gradually decreased relative to the control. At the highest concentration of phytogenic supplement, a statistically significant result was obtained (reduction by 22.11 microns). At the micro level, this was observed as a change in the configuration of the nuclei. Depending on the force of contraction, the nuclei acquire a rod-shaped or worm-shaped shape. The second phase of nuclear contour change demonstrates optimization of intestinal peristaltic activity [28, 29].

It was found that depending on the concentration of the experimental additive in the feed, the pancreatic component was gradually activated due to the entry of acinocytes into the secretory cycle. Visually, this manifested itself as a moderate increase

відсутністю у тканинах патологічних змін. Щодо кишечника, на перший погляд низькі показники висоти ворсинок та глибини крипт дослідних риб формують уявлення про зменшення площі всмоктувальної поверхні, але фактично змінюється радіус кривизни ворсинок. Загальна площа поверхні всмоктування при цьому залишилася без змін, тому що зберігається кількісний склад клітинних популяцій. При укороченні ворсинок закономірно відбувається їх потовщення, що в першу чергу відбувається за рахунок кровонаповнення судин і прискорення гемодинаміки. Посилення швидкості та об'ємів кровотоку паралельно супроводжується збільшенням числа елементів лімфоїдного ряду. Додаткова дислокація клітин Панета у основи крипт демонструє підвищення імунного статусу організму, що свідчить про зниження ризику запальних процесів в організмі риб. Отримані результати збігаються з даними інших дослідників [33].

Порівняно з рибами контролю, дослідів 1 та 2, в каємчастих ентероцитах риб дослідів 3 зафіксовано максимальне наближення ядер до базальної мембрани і збільшення об'єму цитоплазми, що відбувається внаслідок підвищення інтенсивності усмоктування поживних речовин. Паралельно спостерігається активація функції келихоподібних клітин (крупновакуольна стадія), секрет яких сприяє нормалізації перистальтики.

За введення виноградних вичавок в кількості 0,5; 1,0 та 2,0% від маси корму ширина м'язової оболонки кишечника риб в межах дослідних груп поступово зменшувалась відносно контролю. За найвищої концентрації фітогенної добавки отримано статистично достовірний результат (зменшення на 22,11 мкм). На мікрорівні це спостерігається у вигляді зміни конфігурації ядер.



in cell size and, importantly, a change in the polarity of the nuclei from horizontal to vertical type. The change in the saturation of the acinocyte cytoplasm towards the acidophilic gamma indicates a decrease in the proportion of the homogeneous pole of the cells due to the formation of the secretion of the granular (zymogenic) fraction, which was subsequently released into the lumen of the gland. Compared to the latent state of control fish, experiment 1 and experiment 2, the acinar ducts of the gland of fish in experiment 3 were somewhat wider, which explains the passage of a larger number of enzymes into the organ cavity.

As mentioned, after the hibernation period, fish hepatocytes contain large fat-containing vacuoles. This symptom is an indicator of seasonal shifts in cellular function and is not considered a pathology in fish. The use of grape pomace extract in feed can stimulate the intestinal function of fish. At the same time, the functions of the digestive glands are naturally activated. However, the most significant improvement in hemodynamics and tissue trophism occurs in the liver of fish in experiment 3. In this case, achieving the optimum dynamics of biochemical processes is a condition for shifting cellular function from lipostatic towards glycogenogenesis. A characteristic diagnostic feature of glycogen-containing hepatocytes is fine granularity and intense eosinophilia, which distinguishes these cells from the lipostatic population and is a positive marker in assessing the condition of the organ [33]. Thus, the conducted experimental studies confirm the possibility of normalizing liver function using the balancing effect of hepatocyte functioning.

Summarizing the above, it should be noted that the detected changes in the absence of pathology coincide with the patterns described in modern studies, where phytogetic compounds, due to their anti-

В залежності від сили скорочення ядра набувають паличкоподібної або червоподібної форми. Друга фаза зміни контуру ядер демонструє оптимізацію перистальтичної активності кишечника [28, 29].

Встановлено, що в залежності від концентрації експериментальної добавки у кормі, панкреатична складова поступово активізується за рахунок входу ациноцитів у секреторний цикл. Візуально це проявляється у вигляді помірного збільшення розмірів клітин, і, що важливо, зміни полярності ядер з горизонтального на вертикальний тип. Зміна насиченості цитоплазми ациноцитів у бік ацидофільної гами свідчить про зменшення частки гомогенного полюсу клітин за рахунок формування секрету гранулярної (зимогенної) фракції, який згодом вивільняється у просвіт залози. Порівняно з латентним станом риб контролю, досліді 1 та досліді 2, ацинарні протоки залози риб досліді 3 дещо ширші, що пояснює проходження в порожнину органа більшої кількості ферментів.

Як згадувалось, після періоду зимівлі гепатоцити риб містять великі жировмісні вакуолі. Вказана ознака є показником сезонного зміщення клітинної функції і у випадку риб не розглядається як патологія. Застосування екстракту виноградинних вичавок у складі корму дозволяє стимулювати функцію кишечника риб. При цьому закономірно активізуються функції травних залоз. Але найсуттєвіше покращення гемодинаміки і тканинної трофіки відбувається у печінці риб досліді 3. У даному випадку, досягнення оптимуму динамічності біохімічних процесів є умовою для зсуву клітинної функції від ліпостатичної у бік глікогеногенезу. Характерною діагностичною ознакою глікогеновмісних гепатоцитів є дрібнодисперсна зернистість і насичена еозинофільність, що



oxidant and anti-inflammatory properties, reduce oxidative stress and modulate the morphofunctional state of the components of the digestive system of fish [34].

CONCLUSION AND PERSPECTIVES OF FURTHER DEVELOPMENT

A study of the effect of grape pomace on the productive parameters of carp showed that their introduction into the diet does not cause significant changes in weight gain, but improves the morphofunctional and physiological state of fish, which depends on the concentration of the extract.

The phytogenic supplement is characterized by pronounced antioxidant properties, which is confirmed by a decrease in the content of diene conjugates, TBA products and SOD in the hepatopancreas.

Low concentrations (0.5 and 1.0%) of the studied additive have an insignificant effect on the digestive organs of fish. Its introduction at an amount of 2.0% of the weight of feed in carp resulted in activation of the intestinal mucosa, enzymatic activity and assimilative processes in the glands, acceleration of peristalsis, and development of optimal conditions for hemodynamics and an increase in immune status.

The obtained data can be used to develop complexes of phytogenic additives with various biologically active properties,

відрізняє ці клітини від ліпостатичної популяції і є позитивним маркером в оцінці стану органа [33]. Таким чином, проведеними експериментальними дослідженнями підтверджується можливість нормалізації функції печінки з використанням балансного ефекту функціонування гепатоцитів.

Підсумовуючи вищенаведене, варто зазначити, що виявлені зміни за відсутності патології збігаються із закономірностями, що описані у сучасних дослідженнях, де фітогенні сполуки завдяки антиоксидантним та протизапальним властивостям знижують оксидативне навантаження і модулюють морфофункціональний стан складових травної системи риб [34].

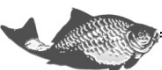
ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Дослідження дії виноградних вищавок на рибогосподарські показники коропа показало, що їх введення до складу раціону не зумовлює суттєвих змін приросту маси, але покращує морфофункціональний і фізіологічний стан риб, що знаходиться у залежності від концентрації екстракту.

Фітогенна добавка характеризується вираженими антиоксидантними властивостями, що підтверджується зниженням вмісту у гепатопанкреасі дієнових кон'югатів, ТБК-продуктів і СОД.

Низькі рівні концентрації (0,5 та 1,0%) досліджуваної добавки мають невиразний вплив на органи травлення риб. За її введення в кількості 2,0% від маси корму у коропа активізуються слизова оболонка кишечника, ферментативна активність і асимілятивні процеси в залозах, прискорюється перистальтика, формуються оптимальні умови для гемодинаміки і підвищення імунного статусу.

Отримані дані можуть бути використані з метою розроблення комплексів



which will improve the functional state of fish and ensure an increase in production profitability by improving the composition of the diet.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that there is no conflict of interest in this work.

SOURCES OF FUNDING

The results obtained are part of the scientific research program of the NAAS for 2021–2025: 32. “System of comprehensive scientific support for fisheries in inland waters of Ukraine” (“Aquaculture and fishery”) under task 32.00.00.22.P “Development of methods for improving the component base of artificial feeds for carp using proteins of plant origin” (state registration number 0124U002397).

фітогенних добавок із різними біологічно активними властивостями, що дозволить покращити функціональний стан організму риб і забезпечити підвищення показників рентабельності виробництва шляхом удосконалення складу раціону.

КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

Автори стверджують, що у цій роботі конфлікт інтересів відсутній.

ДЖЕРЕЛА ФІНАНСУВАННЯ

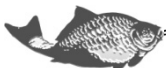
Отримані результати є складовою програми наукових досліджень НААН на 2021–2025 рр.: 32. «Система комплексного наукового забезпечення рибного господарства на внутрішніх водоймах України» («Рибництво та рибальство») за завданням 32.00.00.22.П «Розроблення методів удосконалення компонентної бази штучних кормів для коропа за використання білків рослинного походження» (№ держреєстрації 0124U002397).

REFERENCES

1. Ai, C., Leng, X., Luo, Z., Zhou, Z., & Ai, Q. (2025). A review of the latest advances in aquaculture nutrition research. *The Journal of Nutrition*, 155(10), 3267–3290. <https://doi.org/10.1016/j.tjnut.2025.08.009>
2. Ruby, P., Ahilan, B., Cheryl, A., & Selvaraj, S. (2022). Recent Trends in Aquaculture Technologies. *Journal of Aquaculture in the Tropics*, 37(1-4), 29–36. <https://doi.org/10.32381/JAT.2022.37.1-4.2>
3. Oliveira, J., Oliva-Teles, A., & Couto, A. (2024). Tracking biomarkers for the health and welfare of aquaculture fish. *Fishes*, 9(7), 289. <https://doi.org/10.3390/fishes9070289>
4. Wegener, Henrik C. (2003). Antibiotics in animal feed and their role in resistance development. *Current Opinion in Microbiology*, 6(5), 439–445. <https://doi.org/10.1016/j.mib.2003.09.009>
5. Ajulo, S., & Awosile, B. (2024). Global antimicrobial resistance and use surveillance system (GLASS 2022): investigating the relationship between antimicrobial resistance and antimicrobial consumption data across the participating countries. *PLoS One*, 19(2), e0297921. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0297921>
6. Pandey, S., Singh, G., Verma, S., Dahiya, T., Singh, A., Shahi, S., & Tiwari, P. K. (2025). Phytotherapy as a natural alternative to antibiotics in aquaculture. *Indian Journal of Animal Health*, 64(1), 55–65. <https://doi.org/10.36062/ijah.2025.01925>
7. Kari, Z. A., Wee, W., Hamid, N. K. A., Mat, K., Rusli, N. D., Khalid, H. N. M., Sukri, S. A. M., Harun, H. C., Dawood, M. A. O., Hakim, A. H., Khoo, M. I., Abd El-Razek, I. M., Goh, K. W., & Wei, L. S. (2022). Recent advances of phytobiotic utilization in carp farming: A review. *Aquaculture Nutrition*, 1, 7626675. <https://doi.org/10.1002/an.1234>



- doi.org/10.1155/2022/7626675
8. Tarasiuk, S. I., Dvoretzkyi, A. I., Deren, O. V., & Zaiarko, O. I. (2015). *Biological Principles of Fish Feeding*. Dnipro: Adverta. (in Ukrainian).
9. Nath, P. C., Ojha, A., Debnath, S., Sharma, M., Nayak, P. K., Sridhar, K., & Inbaraj, B. S. (2023). Valorization of Food Waste as Animal Feed: A Step towards Sustainable Food Waste Management and Circular Bioeconomy. *Animals*, 13(8), 1366. <https://doi.org/10.3390/ani13081366>
10. Blasi, F., Trovarelli, V., Mangiapelo, L., Ianni, F., & Cossignani, L. (2024). Grape Pomace for Feed Enrichment to Improve the Quality of Animal-Based Foods. *Foods*, 13(22), 3541. <https://doi.org/10.3390/foods13223541>
11. Perra, M., Bacchetta, G., Muntoni, A., De Gioannis, G., Castangia, I., Rajha, H. N., Manca, M. L., & Manconi, M. (2022). An outlook on modern and sustainable approaches to the management of grape pomace by integrating green processes, biotechnologies and advanced biomedical approaches. *Journal of Functional Foods*, 98, 105276. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105276>
12. Mahmoodi, B., Aberoumand, A., Ziaei-najad, S., & Seyyedi, S. (2023). Effects of Diets Containing Grape Pomace on the Growth, Nutrition Indices, and the Quality Traits of Common Carp (*Cyprinus carpio*). *Food Sci. Nutr.*, 11, 6660–6669. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3614>
13. Barbacariu, C.-A., Dirvariu, L., Șerban, D. A., Rîmbu, C. M., Horhoge, C. E., Dumitru, G., Todirașcu-Ciornea, E., Lungoci, C., & Burducea, M. (2024). Evaluating the Use of Grape Pomace in *Cyprinus carpio* Nutrition: Effects on Growth, Biochemistry, Meat Quality, Microbiota, and Oxidative Status. *Fishes*, 9(6), 219. <https://doi.org/10.3390/fishes9060219>
14. Tarricone, S., Iaffaldano, N., Colonna, M.A., Giannico, F., Selvaggi, M., Caputi Jambrenghi, A., Cariglia, M., & Ragni, M. (2023). Effects of Dietary Red Grape Extract on the Quality Traits in Juvenile European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Animals*, 13(2), 254. <https://doi.org/10.3390/ani13020254>
15. Martínez-Antequera, F. P., Molina-Roque, L., de las Heras, V., Mancera, J. M., Martos-Sitcha, J. A., & Moyano, F. J. (2023). Feed Supplementation with Winery By-Products Improves the Physiological Status of Juvenile *Liza aurata* during a Short-Term Feeding Trial and Hypoxic Challenge. *Aquac. Rep.*, 31, 101667. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2023.101667>
16. Martínez-Antequera, F. P., Simó-Mirabet, P., de las Heras, V., Román, M., Mancera, J. M., Martos-Sitcha, J. A., & Moyano, F. J. (2024). Grape Pomace in Diets for European Sea Bass: Influence on Oxidative Status, Intestinal Microbiota, and Fillet Quality. *Aquac. Int.*, 32, 7771–7788. <https://doi.org/10.1007/S10499-024-01540-1>
17. Bullon, N., Seyfoddin, A., Hamid, N., Manivannan, M., & Alfaro, A.C. (2024). Effects of insect meal and grape marc in the nutritional profile, growth, and digestibility of juvenile New Zealand farmed abalone. *Aquac. Int.*, 32, 1507–1536. <https://doi.org/10.1007/s10499-023-01227-z>
18. Sherman, I. M., & Rylov, V. H. (2005). *Technology of fish farming production*. Kyiv: Vyshcha osvita (in Ukrainian).
19. Dubinina, E. E., Salnikova, L. A., & Efimova, L. F. (1983). Activity and isoenzyme spectrum of superoxide dismutase of erythrocytes and human blood plasma. *Laboratornoe delo*, 10, 30–33. (in Russian).
20. Koroljuk, M. A., Ivanova, L. I., & Majorova, I. G. (1988). Method for determining catalase activity. *Laboratornoe delo*, 1, 16–19. (in Russian).
21. Method for determination of diene conjugation of unsaturated higher fatty acids. (1977). *Sovremennye metody v biohimii*, 63–64. (in Russian).
22. Korobejnikova, E. N. (1989). Modification of determination of products of lipid peroxidation in reaction with thiobarbituric acid. *Laboratornoe delo*, 7, 8–9. (in Russian).



23. Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem*, 72, 248–254.
24. Zhyla, M. I. (2011). Laboratory studies during clinical trials of veterinary medicinal products. *Scientific Messenger of Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 13, 4(1), 128–134. (in Ukrainian).
25. Rotkiewicz, T. (1990). *Patomorfologiczne metody badania zwierzat*. Olsztyn: ART.
26. Kotsiumbas, I. Ya., Zhyla, M. I., Shkodiak, N. V., & Lisova, N. Ye. (2014). *Immunotoxicological control of veterinary drugs and feed additives*. Lviv: DNDKI. (in Ukrainian).
27. Horalskyi, L. P. (2005). *Fundamentals of histological techniques and morpho-functional methods of studies in norm and pathology*. Zhytomyr: Polissia (In Ukrainian).
28. Mumford, S., Heidel, J., Smith, C., Morrison, J., MacConnell, B., & Blazer, V. (2007). *Fish Histology and Histopathology*. Shepherdstown, West Virginia: U.S. Fish and Wildlife Service — National Conservation Training Center.
29. Kozii, M. S., Sherman, I. M., & Lianzberh, O. V. (2011). *Atlas of histology and embryology of commercial fish of Ukraine*. Kherson: Hrin D.S. (in Ukrainian).
30. Kaminskyi, V. F., & Buslaieva, N. H. (2011). *Basics of applied mathematical analysis in agricultural research. Guide lines*. Kyiv. (in Ukrainian).
31. Martinez-Alvarez, R. M., Morales, A. E., & Sanz, A. (2005). Antioxidant defenses in fish: biotic and abiotic factors. *Rev. Fish Biol. Fish*, 15, 75–88. <https://doi.org/10.1007/s11160-005-7846-4>
32. Kozii, M. S. (2014). Microanatomical organization of fish organs and tissues in natural and changing conditions of existence. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv. (in Ukrainian).
33. Kozii, M. S. (2011). *Histomorphological features of the ichthyofauna of Southern Ukraine*. Kherson: Oldi-plus. (in Ukrainian).
34. Firmino, J. P, Galindo-Villegas, J., Reyes-López, F. E., & Gisbert, E. (2021). Phytogetic Bioactive Compounds Shape Fish Mucosal Immunity. *Front. Immunol*, 12, 695973. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.695973>

