



В.Ю. Агеец¹, С.В. Полоз¹, А.Г. Шутова², С.М. Дегтярик¹, Е.В. Максимьюк¹,
Т.А. Говор¹, Г.В. Слободницкая¹, О.Н. Марцуль¹

¹РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «НПЦ НАН Беларуси

по животноводству», Национальная академия наук Беларуси, Минск, Беларусь

²Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Беларусь

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ И ИХ КОМПОЗИЦИЙ КАК ВАЖНЫЙ АСПЕКТ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ОБЪЕКТОВ АКВАКУЛЬТУРЫ

Аннотация: В данной статье приводятся характеристики свойств растительных эфирных масел, показывающие возможность их использования для экологизации технологии выращивания объектов аквакультуры. Показано, что качественный и количественный состав эфирных масел достаточно большого количества представителей сем. Губоцветные (*Labiatae*), сем. Амариллисовые (*Amaryllidaceae*) и сем. Сложноцветные (*Compositae*), произрастающих либо культивируемых на территории Республики Беларусь, позволяет рассматривать их как перспективный потенциальный источник экологически безопасных веществ для создания препаратов, предназначенных для нужд рыбоводной отрасли страны. На основании собственных данных о количественном и качественном составе эфирных масел и литературных данных об их бактерицидной активности выбран ряд наиболее перспективных в этом плане растений. На основе сведений о синергизме и антагонизме компонентов эфирных масел создан ряд композиций для исследований антимикробной активности в отношении условно-патогенных для рыб бактерий рр. *Aeromonas* и *Proteus*. **Благодарности.** Исследования выполнены в рамках Государственной программы научных исследований «Качество и эффективность агропромышленного производства». Авторы выражают благодарность Национальной академии наук Беларуси за поддержку данных исследований.

Ключевые слова: эфирные масла, сем. Губоцветные (*Labiatae*) сем. Амариллисовые (*Amaryllidaceae*), сем. Сложноцветные (*Compositae*), микроорганизмы, бактерицидное действие



U. Yu. Aheyets¹, S. Polaz¹, H. Shutava², S. Dziahtsiaryk¹, Y. Maksimyyuk¹,
T. Hovar¹, H. Slabodnitskaya¹, V. Martsul¹

¹RUE “Fish industry institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry”, Minsk, Belarus

²Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

THE USE OF ESSENTIAL OILS AND THEIR COMPOSITIONS AS AN IMPORTANT ASPECT OF GREENING THE TECHNOLOGY OF GROWING AQUACULTURE OBJECTS

Abstract: This article presents the characteristics of the properties of plants essential oils, which show the possibility of their use for greening the technology of growing aquaculture objects. It is shown that the qualitative and quantitative composition of essential oils of a fairly large number of representatives of family Labiatae, fam. Amaryllidaceae and fam. Compositae, which are grown or are cultivated on the territory of the Republic of Belarus, allow us to consider them as a promising potential source of environmentally friendly substances for the creation of preparations intended for the needs of the fish farming industry of the country. Based on our own data on the quantitative and qualitative composition of essential oils and literature data on their bactericidal activity, a number of the most promising plants in this regard were selected. Based on information about the synergism and antagonism of the components of essential oils, a number of compositions have been created to study the antimicrobial activity against the bacteria *Aeromonas* and *Proteus*, which are opportunistic for fish. **Acknowledgments.** The study was performed within the framework of the State Program of Scientific Research “Quality and Efficiency of Agroindustrial Production”. The authors are grateful to the National Academy of Sciences of Belarus for supporting these researches.

Keywords: essential oils, fam. Labiatae, fam. Amaryllidaceae, fam. Compositae, microorganisms, bactericidal action

Введение: Наблюдающееся в последние десятилетия развитие новых технологий, интенсификация производства и возрастающее при этом загрязнение окружающей среды, а также завоз посадочного материала из других регионов являются факторами, влияющими на увеличение частоты встречаемости возбудителей инфекционных заболеваний. Анализируя собственные данные, полученные в 2013–2020 гг., отмечаем, что в посевах из внутренних органов больной рыбы наиболее часто встречаются аэромонады — бактерии *Aeromonas hydrophila* и *A. salmonicida*.



Наряду с аэромонадами от рыб — объектов аквакультуры Беларуси, в настоящее время выделяются и другие бактерии, в частности, представители рр. *Proteus*, *Pseudomonas*, *Vibrio*. Они также представляют серьезную опасность для рыб, особенно в ассоциации с другими микроорганизмами.

Натуральные препараты из лекарственных трав в XIX—XX вв. были основательно потеснены химиопрепаратами, действующими, как правило, более быстро и сильно и являющимися незаменимыми при оказании срочной помощи. Но в последнее время фитотерапия переживает очередной подъем. Это связано, в частности, с распространением болезней, возникающих вследствие массового применения различных химически чистых и синтетических средств, аллергических осложнений, возникающих на их фоне и проявляющихся все тяжелее. Известно, что бесконтрольное применение антибиотиков приводит к изменению микрофлоры кишечника у рыб, образованию резистентных штаммов патогенных бактерий и снижению терапевтического эффекта. Кроме того, антибиотики имеют свойство накапливаться в организме рыбы и по пищевой цепочке попадать в организм человека. Вследствие указанных причин многие антибактериальные препараты запрещены к использованию как в нашей стране, так и за рубежом.

В то же время многие фитопрепараты являются эффективными, хорошо проверенными средствами, отвечающими всем условиям, предъявляемым к лекарствам. Они действуют более медленно, мягко, не накапливаются в организме, не имеют побочных эффектов, т.е. лишены именно тех недостатков, которые наблюдаются у химиопрепаратов. Поэтому в настоящее время возрос интерес исследователей (как врачей, так и ветеринарных специалистов) к флоре, как к источнику лекарственных средств. Сведений о применении фитопрепаратов в рыбободной отрасли немного, наука делает первые шаги в этом направлении.

Основная часть. Многие растения оказывают антибактериальное действие на возбудителей болезней человека и животных (в т.ч. рыб и ракообразных). Антибактериальные активные вещества растений могут лизировать клеточную стенку, блокировать синтез белка и синтез ДНК, ингибировать ферментную и сигнальную системы бактериальной клетки [1]. В литературе имеются данные об эффективности отваров куркумы, нима, базилика в отношении *Aeromonas hydrophila* [2]. Ранняя фитотерапия рыб, зараженных бактериальными патогенами, приводила



к их полному излечению при использовании этих растений. Розмарин повышает устойчивость тилапии (*Oreochromis sp.*) к *Streptococcus iniae* и *Streptococcus agalactiae* [3].

Анализ литературы по содержанию и составу эфирных масел в сырье из растений семейства Губоцветные, которые могут проявлять активность в отношении бактерий р. *Aeromonas* и др., показал следующее.

Авторами [4] показана эффективность использования метанольных экстрактов растений семейства Губоцветные против *Aeromonas hydrophila*. Наибольшей активностью обладали экстракты плектрантуса ароматнейшего (*Plectranthus amboinicus*). Также высокую активность проявили базилик благородный (*Ocimum basilicum*) и мята полевая (*Mentha arvensis*).

Л. Тан приводит данные по эффективности использования эфирного масла душицы греческой (*Origanum heracleoticum*), содержащего тимол и карвакрол, для канальных сомиков (*Ictalurus punctatus*), зараженных *Aeromonas hydrophila* [5]. Автором показано, что выживаемость рыб при применении эфирного масла была наибольшей в сравнении с выживаемостью при применении индивидуальных соединений.

Изучена активность 12 эфирных масел по отношению к *A. salmonicida* subsp. *salmonicida*. Наибольший эффект наблюдался для коричника китайского (*Cinnamomum cassia*), душицы обыкновенной (*Origanum vulgare*), лимонного сорго (*Cymbopogon citratus*), тимьяна обыкновенного (*Thymus vulgaris*). Эфирные масла лаванды узколистной (*Lavandula angustifolia*) и шалфея лекарственного (*Salvia officinalis*) в этом исследовании также показали себя достаточно активными [6].

Линалоол — терпеновый спирт, характерный для многих эфирных масел. Согласно исследованиям Н.В. Nguyen et al, он обладал бактерицидным действием против широкого спектра патогенов с минимальными ингибирующими концентрациями в диапазоне от 0,72 до 2,89 мг/мл (*A. hydrophila*, *Edwardsiella tarda*, *Vibrio furnissii*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Streptococcus garvieae*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*). Рыбу кормили с добавлением 2, 4 и 8 % порошка листьев литсеи (*Litsea cubeba*), эфирное масло которой содержит до 95 % линалоола, в течение 21 дня; контрольных рыб кормили без добавления эфирного масла [7]. Параметры неспецифического иммунитета (лизоцим, гемолитическая и бактерицидная активность плазмы) оценивали через 21 день после периода кормления и до экспериментальной инфекции. Такие показатели, как прибавка в весе, удельная скорость роста и коэффициент конвер-



сии корма были улучшены при добавлении масла *L. cubeba* в зависимости от дозы, и при самой высокой дозе (8 %) по сравнению с контролем появилась значительная разница.

В статье [8] показано наличие противомикробной и синергической активности с флорфениколом у эфирных масел алоизии трехлистной (*Aloysia triphylla*) и липпии белой (*Lippia alba*) против *Aeromonas sp.* Основными компонентами первого эфирного масла были α -цитраль (39,91 %), Е-карвеол (25,36 %) и лимонен (21,52 %), а основным компонентом второго был линалоол (81,64 %). *Aeromonas spp.* изоляты показали чувствительность к обоим эфирным маслам с минимальной бактерицидной концентрацией между 195,3 и 3125,0 мкл/мл.

В результате анализа литературных и экспериментальных данных по составу эфирных масел растений, которые могут успешно культивироваться в центральной агроклиматической зоне Беларуси, для дальнейшей работы были отобраны следующие представители семейства Губоцветные:

- ♦ по содержанию фенольных соединений, карвакрола и тимола — эфирное масло монарды дудчатой (*Monarda fistulosa*);
- ♦ в связи с высоким содержанием линалоола, лимонена — эфирные масла лаванды узколистной (*Lavandula angustifolia*) и многоколосника фенхельного (*Agastache foeniculum*);
- ♦ в связи с имеющимися в литературе данными по активности в отношении *Aeromonas sp.* — базилика благородного (*Ocimum basilicum*) и шалфея лекарственного (*Salvia officinalis*).

Также, в связи с найденными в литературе данными по активности в отношении *Aeromonas spp.* [4], выделено эфирное масло плектрантуса амбоинского, или ароматнейшего (*Plectranthus amboinicus*), который выращивается в условиях Беларуси в закрытом грунте. В связи с высокой скоростью роста и высоким содержанием карвакрола и тимола в эфирном масле он может рассматриваться в качестве перспективного таксона.

Также был проведен анализ имеющейся литературы по содержанию и составу эфирных масел в растительном сырье семейства Амариллисовые, которые могут проявлять активность в отношении бактерий р. *Aeromonas* и некоторых других патогенных и условно-патогенных для рыб микроорганизмов.

Чеснок как широко известный натуральный антибиотик, не вызывающий экологических и побочных эффектов, может быть эффектив-



ным при лечении многих болезней у людей и животных вследствие его антибактериальной активности, антиоксидантных и гипотензивных свойств. Обзор [9] посвящен применению чеснока в лечении болезней рыб и перспективах использования чесночных экстрактов в аквакультуре. Отмечено, что чеснок вызывает активизацию иммунной системы, стимулирует аппетит, снижает количество бактерий и грибов. Зарегистрирована активность чеснока в отношении *Pseudomonas fluorescens*, *Mycobacterium piscicola*, *Vibrio anguillarum*, *Aeromonas punctata*, *Yersinia ruckeri*. Чеснок может также предотвратить вызванные тяжелыми металлами альтерации липидного профиля. Эти эффекты чеснока относят к наличию различных органосерных соединений, включая алицины. Авторами [10] установлено, что биологически активные вещества (БАВ) из чесночной кожуры улучшают гематологические параметры, повышают иммунитет африканского клариевого сома (*Clarias gariepinus*) и делают его более устойчивым к инфекции *Aeromonas sp.*

Анализ имеющейся литературы по содержанию и составу эфирных масел в растительном сырье сем. Сложноцветные, которые могут проявлять активность в отношении бактерий *Aeromonas*, показал следующее.

Полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris*) — многолетнее травянистое растение, распространенное во флоре Беларуси. Отдельные химические компоненты (сесквитерпеноиды, производные α - и γ -пирона и др.), содержащиеся в полыни обыкновенной, индивидуально проявляют широкий спектр фармакологического действия [11]. Основными компонентами эфирного масла являются камфора (около 30 %) и борнеол (около 15 %) [12]. Согласно данным [13, 14], около 19,9 % бактериальных и 25,9 % грибковых штаммов из исследованных были чувствительны к эфирному маслу полыни обыкновенной, в том числе псевдомонады (60 %), аэромонады (53,6 %), спорообразующие бациллы (71,6 %) и микрококки (66,7 %). Согласно другой работе этих авторов [15], 27,8 % исследованных представителей рода *Aeromonas* были чувствительными к эфирному маслу полыни обыкновенной.

Полынь однолетняя (*Artemisia annua*) — однолетний представитель рода полыней. Интерес к этому растению связан с выделением в 1970-х годах китайскими учеными высокоэффективного противомаларийного соединения — артемизинина. Немаловажным является и то, что у артемизинина и родственных соединений обнаружена цитотоксическая активность, что позволяет их использовать в противораковой



терапии. Растение введено в государственную фармакопею Вьетнама и Китая.

В результате проведенного сравнительного анализа образцов эфирного масла [13], полученных из надземной части полыни эстрагонной (*A. dracunculus*) различных популяций сибирской флоры, установлено, что основными его компонентами являются соединения нетерпеновой природы: производные 4-пропилфенола (метилхавикол — до 48 %, три-метоксиаллилбензол — до 34 %, метилэвгенол — до 12 %), ацетиленовые соединения (капиллен — до 3 %, 1-фенил-2,4-гексадиин — до 24 %, 1-фенил-2,4-гексадиин-1-он — до 3 %), производные изокумарина (3-(1Z-бутенил)-изокумарин — до 46 %, и 3-(1E-бутенил)-изокумарин — до 26 %). В некоторых образцах в заметном количестве присутствуют сесквитерпеноиды, основными из которых являются куркумен (до 14 %), спатуленол (до 17 %), кариофиллен- α -оксид (до 17 %).

У полыни горькой (*A. absinthium*), согласно литературным данным [16], хамазулен, α -туйон и камфора — основные компоненты эфирного масла, а само эфирное масло является активным в отношении большого количества микроорганизмов.

Известна высокая антимикробная активность эфирного масла пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare*). Состав масла также был изучен в различных регионах мира. Так, при исследовании эфирных масел соцветий и листьев *T. vulgare*, собранных при полном цветении в 10 местообитаниях в окрестностях Вильнюса, установлено присутствие 41 компонента [17]. Масла были распределены по четырем хемотипам. Основными составляющими хемотипа камфоры (10 образцов) были камфора (22,3–41,4 %) и 1,8-цинеол (10,6–26,4 %). Было обнаружено, что в хемотипе α -туйона (шесть образцов) преобладают α -туйон (25,7–71,5 %) и 1,8-цинеол (11,3–22,3 %); в основных составляющих 1,8-цинеол-хемотипа (три образца) преобладали 1,8-цинеол (24,5–32,7%) и камфора (8,3–23,8 %); хемотипартемизийного кетона (один образец соцветий) преимущественно включал артемизиякетон (30,5 %) и камфору (23,0 %).

Тагетес отклоненный (*Tagetes patula*) накапливает большое количество эфирного масла как в соцветиях, так и в листьях. Известна высокая биологическая активность эфирного масла этого вида в отношении грибной микрофлоры и насекомых. В эфирном масле тагетеса было идентифицировано тридцать соединений, что составляет 89,1 % от общего числа обнаруженных [18, 19]. Основными компонентами были



пиперитон (24,74%), пиперитенон (22,93 %), терпинолен (7,8 %), дигидротаетон (4,91 %), цис-тагетон (4,62 %), лимонен (4,52 %) и аллооцимен (3,66 %). Масло показывало хорошую противогрибковую активность против двух фитопатогенных грибов, *Botrytis cinerea* и *Penicillium digitatum*, обеспечивая полное ингибирование роста при 10 мкл/мл и 1,25 мкл/мл соответственно. В литературе имеются также данные о высокой антибактериальной активности бархатцев мелких (*Tagetes minuta*) [20].

Так, на основании проведенного анализа литературных источников и данных по газохроматографическому анализу эфирного масла полыни однолетней, можно рассматривать камфору как основной биологически активный компонент эфирных масел родов *Artemisia* и *Tanacetum*, с которым связывают антимикробные свойства данных таксонов. Однако в литературных источниках не выявлено прямой корреляции между количественным содержанием камфоры в эфирных маслах и проявляемой антимикробной активностью, что позволяет сделать вывод о возможном вкладе минорных компонентов эфирных масел данных растений в демонстрируемый антибактериальный эффект.

Эфирное масло таетеса отклоненного может быть перспективным антибактериальным агентом, однако до настоящего времени не была изучена его активность в отношении большинства микроорганизмов, в том числе, в отношении бактерий р. *Aeromonas*.

Выделение эфирного масла из растений сем. Губоцветные проводили методом водно-паровой дистилляции из сухого растительного сырья в соответствии с Государственной фармакопеей РБ [20]. Выход оценивали объемным методом, состав — методами ГЖХ (газо-жидкостной хроматографии) и ЯМР (ядерно-магнитного резонанса), а также на основании литературных данных. Затем образцы эфирного масла высушивали добавлением безводного сульфата натрия и помещали на хранение в герметично закрытой посуде при температуре 5 °С.

Выделение эфирных масел проводили из следующих растений: монарда дудчатая (*Monarda fistulosa*), базилик благородный (*Ocimum basilicum*), лаванда узколистная (*Lavandula angustifolia*), многоколосник фенхельный (*Agastache foeniculum*), шалфей лекарственный (*Salvia officinalis*). Для выделения образцов эфирных масел использовали надземную массу, собранную в фазе цветения, шалфея лекарственного — в период вегетации. Растительное сырье подвергали сушке при комнатной температуре, затем измельчали и хранили в бумажных пакетах.



Эфирное масло плектрантуса выделяли из свежесобранной надземной массы растений, выращенных в условиях теплицы.

В табл. 1 представлены результаты по выходу эфирного масла из исследованного растительного сырья.

Таблица 1. Выход эфирного масла из растений семейства Губоцветные (*Labiatae*)

Table 1. The release of essential oil from plants of the Labiatae family

Растение	Номер образца	Выход эфирного масла, мл/100 г	Цвет эфирного масла	Основные компоненты эфирного масла
<i>Monarda fistulosa</i>	1	0,71	коричневый	карвакрол, тимол, линалоол
<i>Ocimum basilicum</i>	2	0,43	соломенный	лимонен, линалоол, эвгенол
<i>Lavandula angustifolia</i>	3	1,41	бесцветное	линалилацетат, линалоол
<i>Agastache foeniculum</i>	4	0,30	бесцветное	лимонен, ментон, пулегон
<i>Salvia officinalis</i>	5	0,22	светло-соломенный	камфен, 1,8-цинеол, камфора
<i>Plectranthus amboinicus*</i>	6	0,1	светло-желтый	карвакрол, тимол

Примечание. * — эфирное масло получено из свежесобранной надземной массы растений, выращенных в условиях теплицы.

Все взятые для исследования объекты обеспечивали достаточно высокий выход эфирного масла. Наибольшим содержанием эфирного масла среди исследованных растений обладали монарда дудчатая и лаванда узколистная.

Попытка получить эфирное масло из растений сем. Амариллисовые методом водно-паровой дистилляции не увенчалась успехом в связи с их ничтожно малым количеством. Поэтому образцы летучих соединений получали методом экстракции гексаном с последующей отгонкой растворителя при температуре 68–69 °С. Затем образцы, содержащие биологически активные соединения, переносили в высушенные бюксы с известным весом и досушивали, после чего повторно измеряли вес бюксов и определяли количество выделенных биологически активных веществ (БАВ).



В табл. 2 представлены результаты по выходу летучих БАВ из исследованного растительного сырья.

Таблица 2. Выход БАВ из растений — представителей семейства Амариллисовые (*Amaryllidaceae*)

Table 2. The release of biologically active substances from plants — representatives of the Amaryllis family

Растение	№ образца	Масса сырья, г	Масса извлеченных БАВ, г	Выход, %
Лук репчатый	1	450	1,41	0,31
Чеснок посевной	2	145	0,17	0,12

Выделение эфирного масла из растений сем. Сложноцветные проведено методом водно-паровой дистилляции из сухого растительного сырья, оценка выхода — объемный метод, состав — методами ГЖХ и ЯМР, а также на основании литературных данных.

В связи с неизученностью состава эфирного масла полыни однолетней, произрастающей в условиях Беларуси, был проведен ГЖ анализ, результаты которого представлены в табл. 3.

Таблица 3. Состав эфирного масла полыни однолетней, произрастающей в условиях Беларуси

Table 3. Composition of essential oil of wormwood annual, growing in the conditions of Belarus

№ пп	Соединение	Содержание, в % от общего количества	
		фаза бутонизации	фаза цветения
1	в-мирцен	4,12	4,22
2	1,8-цинеол	1,56	1,64
3	изоартемизиякетон	51,1	54,63
4	(-)-камфора	6,84	6,73
5	(+/-)-лавандулол	0,97	0,87
6	(+)- α -лонгипинен	0,80	0,84
7	бензил-2-метилбутарат	0,67	0,64
8	(E)- β -кариофиллен	1,70	1,68
9	(E)- β -фарнезен	0,44	0,40
10	(-)-гермакрен D	0,94	0,84
11	в-селинен	17,8	16,31
12	бергамотол	1,13	1,65
13	(-)-изоаромандендрен	0,61	0,59
14	(-)- α -копаен	1,07	1,03



Было проанализировано сырье, собранное в фазу бутонизации и фазу цветения. Установлено наличие изоартемизиякетона (подтверждено методом ЯМР), камфоры, β -селинена в наибольшем количестве.

В табл. 4 представлены результаты по выходу эфирных масел из исследованного растительного сырья.

Таблица 4. Выход БАВ из представителей семейства Сложноцветные
Table 4. The release of biologically active substances from representatives of the Asteraceae family

Таксон	Номер образца	Состояние растительного сырья	Фаза развития	Выход, %
Тагетес отклоненный	1	Соцветия и верхняя часть надземной массы, высушенные	Цветение	0,55
Полынь эстрагонная	2	Сухая надземная масса	Цветение	0,47
Полынь обыкновенная	3	Сухая надземная масса	Цветение	0,05
Полынь горькая	4	Сухая надземная масса	Цветение	0,10
Полынь однолетняя	5	Сухая надземная масса	Цветение	0,35
Пижма обыкновенная	6	Сухая надземная масса	Цветение	0,30

Полученные образцы подготовлены для дальнейших испытаний антагонистической активности в отношении условно — патогенных для рыб бактерий рр. *Aeromonas* и *Proteus*.

Проведен анализ имеющихся данных по подходам к формированию антибактериальных композиций эфирных масел. Известно, что различные компоненты эфирных масел обладают различной антимикробной активностью, которая зависит от их химического строения и растворимости в биологических средах. Многокомпонентный состав эфирных масел способен уменьшать вероятность формирования устойчивости патогена, т. к. преодолеть антимикробное действие каждого из компонентов сложнее.

Как показывают результаты исследований ряда авторов [21–26], при оценке биологической активности композиций эфирных масел часто отмечаются явления синергизма и антагонизма. Явление синергизма часто связывают со способностью отдельных компонентов эфирных масел предотвращать окисление других компонентов. Обнаружен зна-



чительный синергетический эффект эфирных масел лимона и гвоздики, который связали с наличием в композиции в достаточно высоких концентрациях двух сильных антиоксидантов — γ -терпинена и эвгенола [21].

Имеется достаточно большое количество примеров высокой активности композиций эфирных масел в отношении бактерий и вирусов. Установлено, что смесь эфирных масел эвкалипта, апельсина, гвоздики, корицы и розмарина способна оказывать ингибирующее влияние на вирусы гриппа. В исследованиях *in vitro* был показан противовирусный эффект смеси эфирных масел можжевельника, кипариса и шалфея в отношении коронавируса SARS-CoV и HSV-1 [22]. Также в литературе присутствуют данные о синергизме композиций эфирных масел или индивидуальных масел в сочетании с антибиотиками. Например, при тестировании [23] четырех госпитальных штаммов условно-патогенных грамотрицательных бактерий (*Stenotrophomonas maltophilia*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella pneumoniae*), устойчивых ко многим антибиотикам, взаимодействие левофлоксацина с эфирным маслом розового дерева и лаванды привело к усилению антибактериального эффекта против *S. maltophilia* на 7,1 и 5,8 % соответственно; сочетание эфирного масла розового дерева и ТИМ на 31,9 % увеличило зону ингибирования культуры антибиотиком.

В исследовании [24] показаны синергетические эффекты эфирного масла *Myrtus communis* и линалоола, одного из главных компонентов, в комбинации с итраконазолом против устойчивых к азолам *Candida spp.* Сочетание эфирного масла и противогрибкового препарата привело к снижению устойчивости патогена на 60 %. Смесь линалоола с итраконазолом проявляла сильную синергетическую активность в отношении *Candida spp.*

Активность антибиотиков гентамицина и амикацина была усилена против *S. aureus* и *P. aeruginosa* после контакта с летучими компонентами эфирного масла *Lantana montevidensis*, демонстрируя, что это масло влияет на активность антибиотика и может использоваться в качестве адьюванта при антибиотикотерапии дыхательных путей. Основными компонентами эфирного масла *Lantana montevidensis* являются β -кариофиллен (31,50 %), гермакрен D (27,50 %) и бициклогермакрен (13,93 %) [25].

Низин-Z и тимол были испытаны отдельно и в комбинации на антибактериальную активность против *Listeria monocytogenes* ATCC 7644



и *Bacillus subtilis* ATCC 33712 [26]. Антибактериальный эффект низина Z, продуцируемого *Lactococcus lactis*, был значительно усилен при использовании субингибирующих концентраций тимола. Результаты исследований влияния циннамальдегида, тимола и карвакрола или их комбинаций в отношении *Salmonella typhimurium* показали, что посредством их парных комбинаций может быть снижена концентрация отдельных компонентов в смеси.

При анализе литературных данных выявлен ряд условий, необходимых при составлении композиции эфирных масел:

1. Возможность достижения синергизма в действии компонентов композиции. Синергизм достигался подбором нескольких эфирных масел с необходимым общим действием для его усиления за счет накопления активных компонентов с учетом имеющихся данных о синергизме эфирных масел.

2. Оценка сочетаемости доминирующих компонентов эфирных масел, используемых в композиции по направленности действия.

3. Оценка стойкости полученной композиции, исключение или снижение количеств легкоокисляемых компонентов эфирных масел.

Таким образом, с учетом литературных и собственных данных создано 7 вариантов композиций эфирных масел для испытаний их антимикробной активности.

Варианты композиций:

1. Монарда дудчатая — базилик обыкновенный — шалфей лекарственный.

2. Монарда дудчатая — лаванда узколистная — плектрантус ароматнейший.

3. Монарда дудчатая — базилик обыкновенный — лаванда узколистная.

4. Плектрантус ароматнейший — лаванда узколистная — базилик обыкновенный.

5. Монарда дудчатая (сорт Ильгиния) — шалфей лекарственный.

6. Монарда дудчатая (сорт Ильгиния) — плектрантус ароматнейший.

7. Монарда дудчатая (сорт Ильгиния) — лаванда узколистная.

Заключение. Эфирные масла многих растений и их отдельные компоненты обладают ярко выраженным бактерицидным действием против возбудителей болезней человека и животных, в т.ч. пойкилотермных (рыб, ракообразных). Отмечена их антимикробная активность



в отношении таких опасных для рыб микроорганизмов, как *Pseudomonas fluorescens*, *Vibrio anguillarum*, *Aeromonas punctata*, *A. hydrophila*, *Yersinia ruckeri*. К наиболее активным компонентам эфирных масел можно отнести карвакрол, тимол, линалоол, лимонен, аллицин, камфора и др.

Качественный и количественный состав эфирных масел достаточно большого количества представителей сем. Губоцветные (*Labiatae*), сем. Амариллисовые (*Amaryllidaceae*) и сем. Сложноцветные (*Compositae*), произрастающих либо культивируемых на территории Республики Беларусь, позволяет рассматривать их как перспективный потенциальный источник экологически безопасных веществ для создания препаратов, предназначенных для нужд рыболовной отрасли страны.

На основании собственных данных о количественном и качественном составе эфирных масел и литературных данных об их бактерицидной активности выбран ряд наиболее перспективных в этом плане растений. Представители сем. Губоцветные (*Labiatae*): монарда дудчатая (*Monarda fistulosa*), базилик благородный (*Ocimum basilicum*), лаванда узколистная (*Lavandula angustifolia*), многоколосник фенхельный (*Agastache foeniculum*), шалфей лекарственный (*Salvia officinalis*), плектрантус ароматнейший (*Plectranthus amboinicus*). Представители сем. Амариллисовые (*Amaryllidaceae*): лук репчатый (*Allium cepa*), чеснок полевой (*Allium sativum*). Представители сем. Сложноцветные (*Compositae*): полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.), полынь горькая (*A. absinthium* L.), полынь однолетняя (*A. annua* L.), полынь эстрагонная (*A. dracuncululus* L.), пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L.), тагетес отклоненный (*Tagetes patula* L.). Также на основе сведений о синергизме и антагонизме компонентов эфирных масел создан ряд композиций эфирных масел перечисленных выше растений для исследований антимикробной активности в отношении условно-патогенных для рыб бактерий pp. *Aeromonas* и *Proteus*.

Список использованных источников

1. Yilmaz, E. Potential of medical herbal products to be used in aquaculture / E. Yilmaz, O. Tasbozan, C. Erbas // Eastern Anatolian Journal of Science. — 2018. — Vol.6, iss. 2. — P. 16–23.
2. Harikrishnan, R. In vitro and in vivo studies of the use of some medical herbs against the pathogen *Aeromonas hydrophila* in goldfish / R. Harikrishnan // J. Aquat. Anim. Health. — 2008. — Vol. 20, iss. 30. — P. 1651–1676.
3. Dried leaves of *Rosmarinus officinalis* as a treatment for Streptococcosis in tilapia / D. Zilberg [et al.] // Journal of Fish Diseases. — 2010. — Vol. 33 (4). — P. 361–369.



4. Antibacterial activity of medicinal herbs against the fish pathogen *Aeromonas hydrophila* / M.A. Haniffa, K. Kavitha // Journal of Agricultural Technology. — 2012. — Vol. 8 (1). — P. 205–211.
5. Tan, J. Evaluation of oregano essential oil (*Origanum heracleoticum* L.) on growth, antioxidant effect and resistance against *Aeromonas hydrophila* in channel catfish (*Ictalurus punctatus*) / J. Tan // Aquaculture. — 2009. — Vol. 292, iss. 3–4. — P. 214–218.
6. An investigation of the bactericidal activity of selected essential oils to *Aeromonas spp.* / C.E. Starlipera [et al.] // J. of advanced research. — 2015. — Vol. 6. — P. 89–97.
7. Antibacterial activity of *Litsea cubeba* (Lauraceae, May Chang) and its effects on the biological response of common carp *Cyprinus carpio* challenged with *Aeromonas hydrophila* / H.V. Nguyen [et al.] // Journal of Applied Microbiology. — 2016. — Vol. 121, iss. 2. — P. 341–351.
8. Antimicrobial and synergistic activity of essential oils of *Aloysia triphylla* and *Lippia alba* against *Aeromonas spp.* / R.C. Souza [et al.] // Microbial Pathogenesis. — 2017. — Vol. 113. — P. 29–33.
9. Review of the Application of Garlic, *Allium sativum*, in Aquaculture / J.-Y. Lee, Y. Gao // Journal Of The world Aquaculture Society. — 2012. — Vol. 43, iss. 4. — P. 447–458.
10. Effect of garlic peel on growth, hematological parameters and disease resistance against *Aeromonas hydrophila* in African catfish *Clarias gariepinus* (Bloch) fingerlings / K. Thanikachalam, M. Kasi, X. Rathinam // Asian Pacific Journal of Tropical Medicine. — 2010. — Vol. 3, iss. 8. — P. 614–618.
11. Северин, А.П. Растения рода полынь — источники получения полиенов / А.П. Северин, Л.Е. Сипливая, В.Я. Яцюк // Пути и формы совершенствования фармацевтического образования. Поиск новых физиологически активных веществ / Материалы 4-й всероссийской с международным участием научно-методической конференции «Фармобразование 2010». Часть 2. — С. 338–340.
12. Алякин, А.А. Химический состав эфирных масел *Artemisia absinthium* L. и *Artemisia vulgaris* L., произрастающих на территории Красноярского края / А.А. Алякин, А.А. Ефремов, А.С. Ангаскиева // Химия растительного сырья. — 2011. — № 3. — С. 123–127.
13. Состав эфирного масла полыни тархун (*Artemisia dracunculus* L.) сибирской флоры // И.Б. Рущких [и др.] // Химия растительного сырья. — 2000. — № 3. — С. 65–76.
14. Comparative evaluation of antimicrobial effect of *Artemisia vulgaris* essential oils extracted from fresh and dried herb / B. R. Singh [et al.] // Medicinal Plants. — 2012. — Vol. 4, iss. 2. — С. 76–82.
15. Antimicrobial effect of *Artemisia vulgaris* essential oil / B.R. Singh [et al.] // Natural Products: An Indian Journal. — 2011. — Vol. 7. — P. 5–12.
16. Effect of environmental conditions on chemical polymorphism and biological activities among *Artemisia absinthium* L. essential oil provenances grown in Tunisia / L. Riahiab [et al.] // Industrial Crops and Products. — 2015. — Vol. 66. — P. 96–102.



17. Composition of the Essential Oils of *Tanacetum vulgare* L. Growing Wild in Vilnius District (Lithuania) / D. Mockute, A. Judzentiene // Journal of Essential Oil Research. — 2004. — Vol. 16, iss. 6. — P. 550–553.
18. Chemical characterization and antifungal activity of essential oil of capitula from wild Indian *Tagetespatula* L. / C. Romagnoli [et al.] // Protoplasma. — 2005. — Vol. 225, iss. 1–2. — P. 57–65.
19. Antibacterial activity of *Tagetes minuta* L. (Asteraceae) essential oil with different chemical composition / F. Senatore [et al.] // Flavour and fragrant J. — 2004. — Vol. 19, iss. 6. — P. 574–578.
20. Государственная фармакопея Республики Беларусь. (ГФ. РБ II): Разработана на основе Европейской фармакопеи. — Т.1. Общие методы контроля лекарственных средств / М-во здравоохран. Респ. Беларусь, УП «Центр экспертизы и испытаний в здравоохранении»; под общ. ред. А.А. Шерякова. Молодечно: Тип. «Победа», 2012. — 1220 с.
21. Самусенко А.Л. Исследование концентрационной зависимости эффектов синергизма и антагонизма в смесях эфирных масел лимона, кориандра и почек гвоздики // Химия растительного сырья. — 2015. — № 4. — С. 39–44.
22. Phytochemical analysis and in vitro antiviral activities of the essential oils of seven Lebanon species / M. R. Loizzo [et al.] // Chem. Biodivers. — 2008. — Vol. 5, iss. 3. — P. 461–470.
23. Влияние эфирных масел на микроорганизмы различной таксономической принадлежности в сравнении с современными антибиотиками. Сообщение 3. Действие масел лаванды, розового дерева, эвкалипта, пихты на некоторые грамотрицательные бактерии / Е.В. Жученко [и др.] // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. — 2015. — № 1 (9). — С. 30–41.
24. Determination of synergistic effect of *Myrtus communis* essential oil and linalool with itraconazole against azole-resistant *Candida* species / K. Zomorodian [et al.] // Journal of Microbiology. Special Edition. — 2013. — Vol. 2. — P. 5–15.
25. Chemical Composition and Aminoglycosides Synergistic Effect of *Lantana montevidensis* Briq. (Verbenaceae) Essential Oil / E.O. Sousa [et al.] // Records of Natural Products. 2011. — Vol. 5, iss. 1. — P. 60–64.
26. The antibacterial effect of cinnamaldehyde, thymol, carvacrol and their combinations against the foodborne pathogen *Salmonella typhimurium* / F. Zhou // Journal of Food Safety. 2007. — Vol. 27, iss. 2. — P. 124–133.

REFERENCE

1. Yilmaz E., Tasbozan O., Erbas C. Potential of medical herbal products to be used in aquaculture. *Eastern Anatolian Journal of Science*, 2018, vol.6, iss. 2, pp. 16–23.
2. Harikrishnan R. In vitro and in vivo studies of the use of some medical herbals against the pathogen *Aeromonas hydrophila* in goldfish. *J. Aquat. Anim. Health*, 2008, vol. 20, no. 30, pp. 165–176.
3. Zilberg D., Tal A., Froyman N., Abutbul S., Dudai N., Golan-Goldhish A. Dried leaves of *Rosmarinus officinalis* as a treatment for Streptococcosis in tilapia. *Journal of Fish Diseases*. 2010, no. 33, iss. 4, pp. 361–369.



4. Haniffa M.A., Kavitha K. Antibacterial activity of medicinal herbs against the fish pathogen *Aeromonas hydrophila*. *Journal of Agricultural Technology*, 2012, vol. 8, iss. 1, pp. 205–211.
5. Tan J. Evaluation of oregano essential oil (*Origanum heracleoticum* L.) on growth, antioxidant effect and resistance against *Aeromonas hydrophila* in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, 2009, vol. 292, iss. 3–4, pp. 214–218.
6. Clifford E.S., Ketola H.G., Noyes A.D., Schill W.B., Fred G. An investigation of the bactericidal activity of selected essential oils to *Aeromonas* spp. *J. of advanced research*, 2015, vol. 6, pp. 89–97.
7. Nguyen H.V., Caruso D., Lebrun M., Nguyen N.T., Trinh T.T., J.-C. Meile, Chu-Ky S., Sarter S. Antibacterial activity of *Litsea cubeba* (Lauraceae, May Chang) and its effects on the biological response of common carp *Cyprinus carpio* challenged with *Aeromonas hydrophila*. *Journal of Applied Microbiology*, 2016, vol. 121, iss. 2, pp. 341–351.
8. De Souza R.C., Da Costa M.M., Baldisserotto B., Heinzmann B. M., Schmidt D., Caron B.O., Copatti C.E. Antimicrobial and synergistic activity of essential oils of *Aloysia triphylla* and *Lippia alba* against *Aeromonas* spp. *Microbial Pathogenesis*, 2017, vol. 113, pp. 29–33.
9. Lee J.-Y., Gao Y. Review of the Application of Garlic, *Allium sativum*, in Aquaculture. *Journal Of The world Aquaculture Society*, 2012, vol. 43, iss. 4, pp. 447–458.
10. Thanikachalam K., Kasi M., Rathinam X. Effect of garlic peel on growth, hematological parameters and disease resistance against *Aeromonas hydrophila* in African catfish *Clarias gariepinus* (Bloch) fingerlings. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 2010, vol.3, iss. 8, pp. 614–618.
11. Severin A.P., Siplivaya L.E., Yatsyuk V.Y. Plants of the genus wormwood — sources of polyenes. Ways and forms of pharmaceutical education improvement. Search for new physiologically active substances. *Materialy' 4 - j vsrossijskoj smezhdunarodny'm uchastiem nauchno-metodicheskoy konferenczii «Farmobrazovanie 2010» = Materials of the 4th all-Russian with international participation scientific and methodological conference «Pharmaceutical Education 2010»*, 2010, p. 2, pp. 338–340 (in Russian).
12. Alyakin A.A., Efremov A.A., Angaskieva A.S. The chemical composition of essential oils *Artemisia absintium* L. and *Artemisia vulgaris* L. growing on the territory of the Krasnoyarsk Territory. *Khimiya rastitel'nogo sy'r'ya = Chemistry of vegetable raw materials*, 2011, vol. 3, pp. 123–127 (in Russian).
13. Rutskikh I.B., Khanina M.A., Serykh E.A., Pokrovsky L.M., Tkachev A.V. Composition of essential oil of tarragon wormwood (*Artemisia dracunculus* L.) of Siberian flora. *Khimiya rastitel'nogo sy'r'ya = Chemistry of vegetable raw materials*, 2000, vol.3, pp. 65–76 (in Russian).
14. Singh B.R., Singh V., Singh R.K., Toppo S., Haque N., Ebibeni N. Comparative evaluation of antimicrobial effect of *Artemisia vulgaris* essential oils extracted from fresh and dried herb. *Medicinal Plants*, 2012, vol. 4, iss. 2, pp. 76–82.



15. Singh B.R., Singh V., Singh R.K., Toppo S., Haque N., Ebibeni N. Antimicrobial effect of *Artemisia vulgaris* essential oil *Natural Products: An Indian Journal*, 2011, vol. 7, pp. 5–12.
16. Riahi L., Ghazghazi H., Ayari B., Aouadhi C., Klay I., Chograni H., Cherif A., Zoghalmi N. Effect of environmental conditions on chemical polymorphism and biological activities among *Artemisia absinthium* L. essential oil provenances grown in Tunisia. *Industrial Crops and Products*, 2015, vol. 66, pp. 96–102.
17. Mockute D., Judzentiene A. Composition of the Essential Oils of *Tanacetum vulgare* L. Growing Wild in Vilnius District (Lithuania). *Journal of Essential Oil Research*, 2004, vol. 16, iss. 6, pp. 550–553.
18. Romagnoli C., Bruni R., Andreotti E., Rai M.K., Vicentini C.B., Mares D. Chemical characterization and antifungal activity of essential oil of capitula from wild Indian *Tagetespatula* L. *Protoplasma*, 2005, vol. 225, iss. 1–2, pp. 57–65.
19. Senatore F., Napolitano F., Mohamed M. A-H, Harris P.J.C., Mnkeni P.N.S., Henderson J. Antibacterial activity of *Tagetes minuta* L. (Asteraceae) essential oil with different chemical composition. *Flavor and Fragrant Journal*, 2004, vol. 19, iss. 6, pp. 574–578.
20. State Pharmacopoeia of the Republic of Belarus. (GF. RB II): Developed on the basis of the European Pharmacopoeia, vol. 1. General methods of drug control = Gosudarstvennaya farmakopeya Respubliki Belarus'. (GF. RB II): Razrabotana na osnovu Evropejskoj farmakopei. T.1. Obshhie metody kontrolya lekarstvennykh sredstv. Ministry of health of Republic of Belarus, UE Center for Expertise and Testing in Health Care; under total. ed. A.A. Sheryakova. Molodechno: Type. «Victory», 2012, 1220 p. (in Russian).
21. Samusenko A.L. Study of the concentration dependence of the effects of synergism and antagonism in mixtures of essential oils of lemon, coriander and clove buds. *Chemistry of vegetable raw materials = Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2015, vol. 4, pp. 39–44 (in Russian).
22. Loizzo M.R., Saab A.M., Tundis R., Statti G.A., Menichini F., Lampronti I., Gambari R., Cinat J., Doerr H.W. Phytochemical analysis and in vitro antiviral activities of the essential oils of seven Lebanon species. *Chemistry & Biodiversity*, 2008, vol. 5, iss 3, pp. 461–470.
23. Zhuchenko E.V., Semenova E.F., Markelova N.N., Shpichka A.I., Knyazkova A. A. Influence of essential oils on microorganisms of different taxonomic affiliation in comparison with modern antibiotics. Message 3. The effect of lavender, rosewood, eucalyptus, fir oils on some gram-negative bacteria. *News of higher educational institutions. Volga region = Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Povolzhskij region*, 2015, vol. 1, iss. 9, pp. 30–41 (in Russian).
24. Zomorodian K., Moein M., Rahimi M.J., Esmaeilbeig M., Mir-Shahpari M.H., Bazrafshan H., Namazi N., Pakshir K.J. Determination of synergistic effect of *Myrtus communis* essential oil and linalool with itraconazole against azole-resistant *Candida* species. *Journal of Microbiology. Special Edition*, 2013, vol. 2, pp. 5–15.
25. Sousa E.O., Rodrigues F.F.G., Coutinho H.D.M., Campos A.R., Lima S.G., Costa J.G.M. Chemical Composition and Aminoglycosides Synergistic Effect of *Lantana*



montevidensis Briq. (Verbenaceae) Essential Oil. Records of Natural Products, 2011, vol. 5, iss. 1, pp. 60–64.

26. Zhou F., Ji B., Zhang H., Jiang HUI, Yang Z., Li J., Li Jihai, Yan W. The antibacterial effect of cinnamaldehyde, thymol, carvacrol and their combinations against the foodborne pathogen *Salmonella typhimurium*. Journal of Food Safety, 2007, vol. 27, iss. 2, pp. 124–133.

Сведения об авторах

Агеец Владимир Юльянович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Полоз Светлана Васильевна — кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lana.poloz@gmail.com

Шутова Анна Геннадиевна — кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории прикладной биохимии, Центральный ботанический сад национальной академии наук Беларуси, Национальная академия наук Беларуси (ул. Сурганова 2В, 220012, Минск, Республика Беларусь). E-mail: anna_shutova@mail.ru

Дегтярик Светлана Михайловна — кандидат биологических наук, доцент, зав. лабораторией болезней рыб, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lavrushnek@mail.ru

Максимьюк Евгения Владимировна — научный сотрудник, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: jenua_maksimjuk@mail.ru

Говор Татьяна Альфонсовна — научный сотрудник, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: govorta@tut.by

Слободницкая Галина Владимировна — кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: slobodnickaja.g.v@gmail.com

Марцуль Ольга Николаевна — кандидат сельскохозяйственных наук, ученый секретарь, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: martsul_v@mail.ru

Information about authors

Ahejets Uladzimir Yu. — D.Sc. (Agriculture), Professor, director, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy



- of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebenev, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by
- Polaz Sviatlana* — Ph.D. (in Veterinary Medicine), RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebenev, 22, Republic of Belarus). E-mail: lana.poloz@gmail.com
- Shutava Hanna* — Ph.D. (Biological Sciences), Associate professor, the Central Botanical Garden, the National Academy of Sciences of Belarus (2V Surganova Str., 220012 Minsk, Republic of Belarus). E-mail: anna_shutova@mail.ru
- Dziahtsiaryk Sviatlana* — Ph.D. (Biological Sciences), Associate professor, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebenev, 22, Republic of Belarus). E-mail: lavrushnek@mail.ru
- Maksimjuk Yauheniya* — researcher, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebenev, 22, Republic of Belarus). E-mail: jenya_maksimjuk@mail.ru
- Hovar Tatsiana* — researcher, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebenev, 22, Republic of Belarus). E-mail: govorta@tut.by
- Slobodnitskaya Halina* — Ph.D. (Agricultural sciences), RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebenev, 22, Republic of Belarus). E-mail: slobodnickaja.g.v@gmail.com
- Martsul Volha* — Ph.D. (Agricultural sciences), Scientific Secretary, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebenev, 22, Republic of Belarus). E-mail: martsul_v@mail.ru