

УДК 658.8:663.1:665.5

МАРКЕТИНГОВЫЙ АНАЛИЗ РАЗРАБОТКИ БИОТЕХНОЛОГИИ ЭРЕМОТЕЦЕВОВОГО МАСЛА КАК ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ СОВРЕМЕННОГО ЭФИРНОМАСЛИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

^{1,2}Шпичка А.И., ¹Семенова Е.Ф.

¹Пензенский государственный университет, Пенза, e-mail: sef1957@mail.ru;

²Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова,
Институт регенеративной медицины, Москва

Дано научно-техническое обоснование технологий микробного синтеза на основе новых видов эфирномасличного биотехнологического сырья. Проведен анализ состояния и перспектив биотехнологий арома-продуктов, включая получение эфирных масел розового направления запаха. Учитывались наиболее важные маркетинговые характеристики разработки нового целевого продукта – эремотецевого масла: источники получения, сырьевая база, рынки сбыта: региональный/всероссийский/зарубежных стран, потребность и спрос на разрабатываемую продукцию, барьеры для выхода на рынок, экспортный потенциал. Представлена комплексная оценка рынка аналогичной продукции. Выявлены перспективные направления использования био-продуктов с запахом розы. Сопоставлены данные, касающиеся состава эремотецевого масла, в сравнении с розовым эфирным маслом. Показана целесообразность импортозамещения ранее используемой продукции аналогичного назначения. Определены возможности решения проблемы создания эфиромасличного биотехнологического производства.

Ключевые слова: биотехнология, ароматический продукт, эфирное масло, микробный синтез, *Eremothecium ashbyi*, *E. gossypii*, новый вид эфирномасличного сырья, эремотецевое масло

MARKETING ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF THE EREMOTHECIUM OIL BIOTECHNOLOGY AS A NEW TECHNOLOGY OF MODERN ESSENTIAL OIL PRODUCTION

^{1,2}Shpichka A.I., ¹Semenova E.F.

¹Penzensky State University, Penza, e-mail: sef1957@mail.ru;

²Pervy Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov,
Institute of Regenerative Medicine, Moscow

The scientific-technical explanation of microbial synthesis technology on the base of new kinds of volatile-oil-bearing raw materials is given. The state and the prospects of fragrance biotechnology, especially related to the production of rose-like essential oils, were analyzed. The main marketing characteristics of the new product development, such as resources, raw material base, marketing outlets (regional, all-Russian, world), need, demand, barriers for market entry, and export potential, were taken into account. The prospects of the use of bio-products with a rose scent were revealed. The data related to the content of the *Eremothecium* oil were compared with the rose oil. The reasonability of the import substitution of previously used similar products was shown. The possibilities to solve the problem of essential oil production were discussed.

Keywords: biotechnology, fragrance, essential oil, microbial synthesis, *Eremothecium ashbyi*, *E. gossypii*, new kind of volatile-oil-bearing raw material, *Eremothecium* oil

Эфирномасличное сырье – один из видов лекарственного, пищевого и технического сырья. Источниками сырья природного происхождения являются и живые организмы. Их биологическое разнообразие включает не менее 2 миллионов видов про- и эукариот. Однако, в настоящее время, по различным оценкам, лишь около 35000-70000 видов используется человеком. Причем, основную долю составляют высшие растения. Например, среди 300 тыс. видов мировой флоры только 3000 растений применяются в народной медицине России. В то же время в Государственном реестре лекарственных средств присутствуют 37 видов эфирносов и более 230 фармацевтических препаратов на основе эфиромасличного растительного

сырья с преобладанием в эфирном масле алифатических монотерпенов (4), моноциклических монотерпенов (6), бициклических монотерпенов (7), сесквитерпенов (7), трициклических сесквитерпенов (6), ароматических соединений (7) [30].

Из прокариот в ряде стран применяется биомасса цианобактерий (сине-зеленых водорослей). Спирулина плоская – объект массовой культуры широко используется в производстве биологически активных добавок к пище. Помимо антибиотиков, актиномицетобактерии продуцируют некоторые ферменты и витамины. Многие представители настоящих грамположительных бактерий используются для производства антибиотиков, ряда ферментов и т.д.

Из протоктист-водорослей используются некоторые виды багряннок, из бурых водорослей – представители рода ламинария и фукус, из зеленых – хлорелла служит источником белка. Наибольшее значение среди сумчатых грибов имеют дрожжи и спорынья, среди базидиомицетов – виды рода ганодерма, стерильная форма гриба из рода феллину – «чага» и др. Кроме того, аспергиллы и пенициллы широко используются для биотехнологического производства антибиотиков, органических кислот, витаминов и ферментов. Следует также отметить, что целый ряд лишайников используется в научной и народной медицине северных стран как бактерицидное средство [23].

Для получения ароматических продуктов типа резиноидов используются лишайники рода *Evernia*, например, резиноид «дубового мха». «Дубовый мох» относится к малотоннажному виду сырья. Получение резиноида в мире постоянно снижается. В частности, в России, по сравнению с концом 20 века, оно сократилось втрое. Причина этого состоит в том, что ресурсы лишайника в доступных местах быстро исчерпались. В связи с растущим спросом на этот натуральный продукт увеличивается интерес к альтернативным источникам его получения, а именно с применением биотехнологий [2-6, 8, 10, 34, 35, 79, 80].

Спектр представителей животного мира, используемых для лечебных и парфюмерно-косметических целей, значительно уже. Это, прежде всего, губки-бадяги, кишечнополостные, пиявки (тип кольчатые черви), моллюски, иглокожие, пчелы (тип членистоногие), некоторые рыбы, змеи и млекопитающие. К немногочисленным ароматическим продуктам животного происхождения относится амбра, получаемая от различных видов кашалота; так называемая «бобровая струя» – пахучий секрет специфических желез бобра; мускус – пахучий секрет мускусовой железы самца кабарги.

В связи с этим, все большее значение приобретает сырье, полученное биотехнологическим способом (путем культивирования клеток, тканей и органов). Вещества, продуцируемые растительными и животными клетками, используются в медицине, парфюмерной промышленности, растениеводстве и других отраслях. Среди них – алкалоиды, терпеноиды, гликозиды, полифенолы, полисахариды, эфирные масла, пигменты, антиканцерогены (платецин, харрингтонин), пептиды (ингибиторы фитовирусов). В настоящее время в разных странах около ста видов растений используется в биосинтетической промышленности для получения экономически важных веществ.

Среди них женьшень, раувольфия змеяная, наперстянка шерстистая и пурпурная, диоскорея дельтовидная, воробейник, беладонна, паслен дольчатый, дурман обыкновенный, ландыш майский, клещевина, агава, мак снотворный [12, 14, 37]. Так известны примеры биологически активных соединений родиолы розовой: салидрозид, розавин, родиолин, розиридол; элеутерококка: элеутерозиды; женьшеня: панаксозиды А, В, С, D, E, F; грибов шиитаке: лентинан и тритерпеновой природы, бета-дельта-полиглюканы; лишайника цетрарии исландской: усниновая кислота, лихенин, цетрарин [46].

В настоящее время уже изучены более 20 тысяч видов растений на предмет фитонцидных и ароматических свойств, определены виды, активно выделяющие ароматообразующие биологически активные соединения, стимулирующие или подавляющие развитие полезных и вредных для человека микроорганизмов и т.д. Однако научно-технический прогресс стал не только причиной многих экологических проблем человечества, но и стимулом для развития целого комплекса технологий, позволяющих решать или устранять эти проблемы [15].

В связи с этим наиболее важным и перспективным направлением развития науки и практики становится современная биотехнология, в том числе и разработка бионанотехнологий в различных отраслях промышленности в России и за рубежом.

Биотехнологические источники получения эфирных масел с запахом розы и их современная сырьевая база

Биотехнологическое сырье – нетрадиционный источник ароматообразующих соединений. Специфические особенности эфирномасличных растений, их сложный и разнообразный химический состав, в значительной степени зависят не только от таксономической принадлежности, но и от районов их выращивания, сроков и способов уборки, сушки и хранения сырья. Возможность практического использования новых видов может быть установлена путем комплексных исследований. Следует отметить, что дополнительные исследования, казалось бы, вполне изученных и давно используемых эфирноносителей, иногда позволяют выявить новый аспект их биологической активности.

Выявление перспективных источников сырья комплексного использования включает следующие аспекты: поиск новых полезных организмов на основе скрининговых исследований, а также народного опыта и за-

рубежного производства; изучение динамики накопления действующих веществ в онтогенезе, то есть в зависимости от фазы развития и возраста организма; культивирование интродуцентов и разработка рекомендаций по рациональному использованию сырья; проведение биотехнологических исследований как с целью получения биомассы и биологически активных соединений из особо ценных или перспективных видов, так и получения и размножения новых форм; решение проблемы комплексного использования продуцента или сырья на основе ресурсосберегающих технологий; разработка показателей качества сырья, необходимых для включения в соответствующую нормативную документацию; совершенствование прикладных методических вопросов.

В ходе интродукции разрабатываются фитотехнологии и биотехнологии, которые промышленным способом реализуются в условиях специализированных предприятий. В настоящее время изыскание новых источников сырья и расширение сырьевой базы происходит как путем введения в культуру уже известных природных микроорганизмов, так и с использованием культуры *in vitro* как способа получения новых форм с комплексом полезных признаков, клеточной фитомассы, микроклонального размножения и оздоровления посадочного растительного материала. Интенсификация фито- и биотехнологий производства биологически активных соединений предполагает решение проблем по фундаментальным и приоритетным прикладным научным исследованиям в области наук о жизни на молекулярном, клеточном, тканевом и организменном уровнях, охватывающим геномику, протеомику, метаболомику и нанобиотехнологию. Она включает также разработку и создание перспективных технологий живых систем и продуктов, направленных на повышение качества, продолжительности жизни населения, на обеспечение репродуктивного, трудового и оборонного потенциала страны. Внедрение достижений науки и передового опыта в сфере промышленного производства, обеспечивает его инновационное технологическое, экономические и социальное развитие [32, 40].

В современных условиях одновременно с решением вопросов увеличения объемов производства и расширения номенклатуры культивируемого сырья требуется принятие мер по повышению качества этого сырья, в том числе по показателям его экологической чистоты; достижению максимального выхода биологической продукции с высокими показателями качества; поддержанию экологического равновесия окружающей

среды, охране природы и рациональному использованию ее ресурсов. Расширение сырьевой базы многих эфирномасличных растений возможно за счет их культивирования в контролируемых условиях. В последнее время широкое применение нашли такие новые технологии как биотехнология, теплично-оранжерейное растениеводство, промышленная гидропоника.

На протяжении длительного времени традиционным источником летучих душистых веществ были эфирные масла, получаемые из растений. Однако трудности плантационного культивирования эфирносов и недостаток сырья существенно лимитируют развитие парфюмерно-косметической, фармацевтической и пищевой промышленности. Кроме того, качество таких эфирных масел может сильно варьировать в зависимости от ряда условий, сложно поддающихся контролю.

В связи с этим представляется особенно важным поиск альтернативных источников получения летучих душистых веществ с применением биотехнологических подходов [43, 44, 49, 66, 70, 83]. В частности, ранее показана возможность применения микроорганизмов, способных продуцировать соединения с различными направлениями запаха путем как их синтеза *de novo*, так и биоконверсии дополнительно введенных в питательную среду предшественников ароматообразующих веществ [60]. Так, за рубежом внедрены в производство способы получения 4-декалактона с персиковым запахом (BASF), макроциклических компонентов мускуса (Nippon Mining Co., Quest International), ванилина (Evolva) и других ароматизаторов [51, 71].

Среди изученных представителей царства *Bacteria*, типов *Firmicutes*, *Proteobacteria*, *Actinobacteria* можно выделить 4 основные группы микроорганизмов в зависимости от направления запаха синтезируемого класса соединений. К первой группе относятся палочковидные бактерии типов *Firmicutes* и *Actinobacteria*, являющиеся продуцентами пиразинов, обуславливающих запах жареного. Вторая группа включает грамположительные шаровидные и палочковидные бактерии типа *Firmicutes*, порядка *Lactobacillales*, которые способны синтезировать кетоны, эфиры, альдегиды, простейшие ацилоины, обладающие маслянисто-сливочным запахом. Третья группа состоит из более разнообразных в отношении таксономического положения микроорганизмов, продуцирующих спирты и сложные эфиры с фруктовым ароматом (табл. 1). Стрептомицеты, синтезирующие геосмин и ряд других веществ, обладающих земля-

ным запахом, составляют последнюю, четвертую, группу продуцентов.

Следует отметить, что для промышленного выделения летучих душистых соединений наименьшее значение представляют микроорганизмы, входящие во вторую группу, так как эти вещества определяют органолептические характеристики кисломолочных продуктов. Поэтому их извлечение может снизить качество конечной продукции. Но выяснение путей и механизмов синтеза соединений с маслянисто-сливочным запахом и влияния внешних условий на эти процессы важно для совершенствования производства молочных продуктов с целью улучшения их органолептических свойств [69]. Что касается третьей группы бактерий, то, как правило, фруктовый аромат обеспечивается за счет синтеза 2-5 компонентов (*Erwinia carotovora*), получение которых химическим путем не представляет сложности и обеспечивает более высокий выход [71].

Для получения эфирных масел также особый интерес представляют микроводоросли. Сравнительный анализ культур синезеленых (цианобактерий), зеленых и красных водорослей, относящихся к родам *Calothrix*, *Cylindrospermum*, *Anabaena*, *Nostoc*, *Spirulina*, *Chlorella*, *Cyanidium*, показал, что количество синтезируемых ими летучих душистых веществ находится на уровне 3 мг на л культуральной жидкости [8, 28, 35]. Однако использование биомассы *Chlorella vulgaris*, *Spirulina platensis* и других микроводорослей перспек-

тивно для получения спиртовых экстрактов типа резиноида дубового мха, входящего в состав духов в качестве фиксатора запаха, а также самостоятельного пигментированного ароматического начала (табл. 1).

Но наиболее перспективными для получения эфирных масел и летучих душистых соединений с разнообразными направлениями запаха являются культуры грибов. Они, в частности, базидиомицеты и аскомицеты, в том числе дрожжи, способны накапливать промышленно важные и биологически активные метаболиты (табл. 2, 3). Кроме того, многие микромицеты способны синтезировать такие душистые вещества с фруктовым запахом, которые относятся не только к классу сложных эфиров, как в случае с бактериями, но и к химически более сложным соединениям – лактонам. Несмотря на то, что лактоны также производятся химической промышленностью, использование микроорганизмов имеет ряд преимуществ перед химическим синтезом. Это касается получения оптически активных соединений. *Trichoderma viride* способна генерировать сильный кокосовый аромат при росте на простой питательной среде. Приятный запах обусловлен в большей степени синтезом 6-пентил-2-пирона в количестве 170 мг на л культуральной жидкости. Для синтеза этого соединения химическим путем требуется 7 этапов. Персиковый аромат может быть получен при использовании культуры *Sporobolomyces odorus*, продуцента 4-декалактона [49, 53, 59].

Таблица 1

Бактерии и микроводоросли, синтезирующие летучие душистые вещества цветочно-фруктового направления запаха

Вид микроорганизма	Таксономическое положение	Синтезируемые летучие соединения	Запах	Источник
<i>Clostridium acetobutlicum</i>	Bacteria, Firmicutes, Clostridiales, Clostridiaceae	бутилбутират	фруктовый, ананасовый	[71]
<i>Erwinia carotovora</i> (syn. <i>Erwinia arrocepitae</i> <i>Pectobacterium carotovorum</i>)	Bacteria, Proteobacteria, Enterobacteriales, Enterobacteriaceae	алифатические эфиры, 3-метилбутилацетат, изобутилацетат, метио-нол, метионола ацетат, изобутанол, 2-фенил-этанол, триптофол	банановый	[71]
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Bacteria, Proteobacteria, Pseudomonadales, Pseudomonada-ceae	2-аминоацето-фенон	подобный винограду, сладкий, ароматный, подобный жасмину	[71]
<i>Pseudomonas fragi</i>	Bacteria, Proteobacteria, Pseudomonadales, Pseudomonada-ceae	этилбутират, этилизо-валериат, этил-3-метил-бутират, этилгексаноат, этилкротонат, этил-2-метилгексаноат	ананасовый, фруктовый, клубничный	[71]
<i>Scenedesmus incrassatulus</i>	Plantae, Chlorophyta, Chlorophyceae, Scenedesmaceae	изопренилацетат, фитол, ферругинол, бензилциннамат, бутандиол	цветочно-бальзамический	[64]

Таблица 2

Дрожжи и дрожжеподобные грибы, синтезирующие летучие душистые вещества цветочно-фруктового направления запаха

Вид микроорганизма	Таксономическое положение	Синтезируемые летучие соединения	Запах	Источник
<i>Geotrichum candidum</i> (Staron)	Fungi, Ascomycota, Saccharomycetes, Endomycetaceae	этилизобутират, этил-2-метилбутират, этил-3-метилбутират	фруктовый	[71]
<i>Geotrichum candidum</i>	Fungi, Ascomycota, Saccharomycetes, Endomycetaceae	этилацетат, 3-метил-бутанол, 3-метилбутил-ацетат, β-фенилэтанол, β-фенилэтилацетат	дыни	[71]
<i>Geotrichum penicillatum</i> (syn. <i>Trichosporon penicillatum</i>)	Fungi, Ascomycota, Saccharomycetes, Endomycetaceae	этиловые эфиры, этил-2-метилбутират, этил-3-метилбутират, этилизо-бутират, этилбутират	фруктовый	[50]
<i>Dipodascus magnusii</i>	Fungi, Ascomycota, Saccharomycetes, Dipodascaceae	высшие спирты и эфиры	яблочный, фруктовый	[71]
<i>Hansenula anomala</i> (syn. <i>Pichia anomala</i>)	Fungi, Ascomycota, Saccharomycetes, Saccharomycetaceae	этилацетат, изобутил-ацетат, триметилбутил-ацетат, фенил-этилацетат, фенилэтанол	цветочно-фруктовый	[50, 69]
<i>Hansenula mrakii</i>	Fungi, Ascomycota, Saccharomycetes, Saccharomycetaceae	2- и 3-метилбутилацетат, изобутилацетат	фруктовый, банановый	[71]
<i>Saccharo-mycetes fermentati</i>	Fungi, Ascomycota, Saccharomycetes, Saccharomycetaceae	линалоол, неролидол, транс-фарнезол	цветочный	[71]
<i>Saccharo-mycetes rosei</i>	Fungi, Ascomycota, Saccharomycetes, Saccharomycetaceae	β-мирцен, лимонен, линало-ол, α-терпинеол, фарнезол	цветочный, цветочно-фруктовый	[71]
<i>Zygosaccharomyces rouxii</i>	Fungi, Ascomycota, Saccharomycetes, Saccharomycetaceae	4-гидрокси-2(или 5)-этил-5(или 2)-3(2H)-фуранон, фуранеол	интенсивный сладкий	[69]
<i>Schizosaccharomyces pombe</i>	Fungi, Ascomycota, Schizosaccharomycetes, Schizosaccharo-mycetaceae	ванилин	ванили	[53]
<i>Sporobolomyces odorus</i> (syn. <i>Sporidiobolus salmoni-color</i>)	Fungi, Basidiomycota, Microbotryomycetes, Sporidiobolaceae	4-деканолдид, 5-деканолдид, цис-7-децен-5-олид, цис-6-додецен-4-он	интенсивный персиковый	[49, 66, 73]
<i>Sporobolomyces roseus</i>	Fungi, Basidiomycota, Microbotryomycetes, Sporidiobolaceae	4-декалактон	персиковый	[50]

Грибы, в большей степени базидиомицеты, являются продуцентами летучих душистых веществ с «грибным» запахом, который обусловлен алифатическими 8-углеродными соединениями (например, 1-октен-1-ол, 1-октен-3-он, 1-октен-3-ол, 3-октанол), некоторыми пиразинами и пирролами. Таким образом, при глубинном культивировании они могут быть использованы в пищевых производствах для получения натуральных ароматизаторов с грибным запахом [29, 66, 69, 71].

Наибольший интерес для получения эфирного масла представляют виды родов *Ceratocystis*, *Trichoderma*, *Eremothecium*,

Pichia, *Saccharomyces* [52, 56, 59]. Уровень накопления ароматобразующих соединений, синтезируемых грибами, значительно варьирует от сотен мкг (*C. populina*) до сотен миллиграмм (*C. variospora*, *C. moniliformis*, *E. asbyi*, *T. viride* в литре культуральной жидкости [54, 63, 72, 75, 84]. Причем лучшие показатели по максимальному уровню накопления ароматобразующих соединений ко времени ферментации были установлены у аскомицетов *Ceratocystis* sp., *Eremothecium* sp. Например, *C. variospora* способен синтезировать до 1 г эфирного масла в литре культуральной жидкости на 5 день культивирования, в то время как культуры бази-

диомицетов: *Bjerkonder aadusta* – 30 мг на 24 день, *Lepistira irina* – 3-81 мг на 28 день, *Lentinus lepideus* – 100 мг на 15 неделе.

Таким образом, представители микромира способны синтезировать широкий ряд химических соединений, обладающих разными направлениями запаха: древесный, фруктовый, цветочный, маслянисто-сливочный, земляной и др. Установленное разнообразие ароматообразующих микроорганизмов подчеркивает их важную роль как альтернативных источников эфирных масел и индивидуальных летучих души-

стых соединений. Одновременно оно указывает на необходимость дальнейшего хемосистематического изучения биобъектов, а также разработки и внедрения их биотехнологий в промышленное производство натуральных ароматических продуктов.

Скрининг биообъектов различной таксономической принадлежности – продуцентов эфирного масла с запахом розы. Сырье розы эфирномасличной относится к группе цветочно-травянистого эфирномасличного сырья для технологической переработки [16, 19, 26, 41, 58, 61].

Таблица 3

Мицелиальные грибы, синтезирующие летучие душистые вещества цветочно-фруктового направления запаха

Вид микроорганизма	Таксономическое положение	Синтезируемые летучие соединения	Запах	Источник
1	2	3	4	5
<i>Bjerkondera adusta</i> (syn. <i>Polyporus adustus</i>)	Fungi, Basidiomycota, Agaricomycetes, Polyporaceae	4-метоксибензальдегид, 3,4-диметоксибензальдегид, 3,4-диметоксибензил-ловый спирт, 4-деканолд	сладкий, ароматный, подобный ванили	[66, 69]
<i>Lentinus lepideus</i>	Fungi, Basidiomycota, Agaricomycetes, Polyporaceae	метилциннамат, коричная кислота, сесквитер-пены с кадиановой структурой, кадиол, му-уролол, кубенолы, фар-незол, дрименол, сескви-терпеновые эфиры с му-ролановой структурой, террестрол	фруктовый, ароматный анисовый, кедровый	[71]
<i>Polyporus durus</i>	Fungi, Basidiomycota, Agaricomycetes, Polyporaceae	4-бутанолд, 4-пентано-лид, 3-пентен-4-олид, 4-гексанолд, 2-гексен-4-олид, 5-гексен-4-олид, 5-гексанолд, 2-гептен-4-олид, 4-гептанолд, 4-ок-танолд, 2-нонен-4-олид, 2-децен-4-олид, 4-дека-нолид, сесквитерпены	запах кокоса, ананаса	[71]
<i>Polyporus tuberaster</i>	Fungi, Basidiomycota, Agaricomycetes, Polyporaceae	метилбензоат, этил-бензоат, бензальдегид	цветочно-фруктовый с нотами иланг-иланга	[66, 69]
<i>Рycnoporous cinnabarinus</i>	Fungi, Basidiomycota, Agaricomycetes, Polyporaceae	ванилин, метилантрани-лат	ванильный	[66]
<i>Trametes odorata</i> (syn. <i>Gloeophyllum odoratum</i> ; syn. <i>Osmoporus odoratus</i>)	Fungi, Basidiomycota, Agaricomycetes, Polyporaceae	метиланизат, анизальдегид, δ-кадинен	подобный анису	[71]
<i>Wolfiporia cocos</i>	Fungi, Basidiomycota, Agaricomycetes, Polyporaceae	линалоол	ландыша	[66]
<i>Gloeophyllum odoratum</i>	Fungi, Basidiomycota, Agaricomycetes, Gloeophyllaceae	дрименол, метил-3-гидрокси-3,7-ди-метил-6-октеноат, 1-октен-3-ол	приятный фруктовый	[71]
<i>Ischnoderma benzoinum</i>	Fungi, Basidiomycota, Agaricomycetes, Fomitopsidaceae	бензальдегид, 4-метокси-бензальдегид, 2-фенил-этанол	миндаля, цветков боярышника	[66]

Продолжение табл. 2				
1	2	3	4	5
<i>Poria aurea</i> (syn. <i>Auriporia aurea</i>)	Fungi, Basidiomycota, Agaricomycetes Fomitopsidaceae	2-октен-4-олид	сладкий	[71]
<i>Lentinellus cochleatus</i>	Fungi, Basidiomycota, Agaricomycetes Auriscalpiaceae	транс-неролидол, фоки-енол, 6-формил-2,2-ди-метилхромен	подобный анису	[71]
<i>Lepistira irina</i>	Fungi, Basidiomycota, Agaricomycetes Tricholomataceae	(3S, 4S, 10R)-3,10-эпокси-11-оксобисабола-1,8-диен – лепистирон	ирисового масла, цветков апельсина	[71]
<i>Mycoacia uda</i>	Fungi, Basidiomycota, Agaricomycetes Meruliaceae	p-толуальдегид, p-метил-ацетофенон, p-метил-бензиловый спирт, p-толил-1-этанол	фруктовый	[71]
<i>Phlebia radiata</i>	Fungi, Basidiomycota, Agaricomycetes Meruliaceae	4-деканолд	фруктовый с нотой персика	[66]
<i>Oospora suaveolens</i>	Fungi, Basidiomycota, Agaricomycetes Botryobasidiaceae	эфирь аминокислот	фруктовый	[71]
<i>Pleorotus euosmus</i>	Fungi, Basidiomycota, Agaricomycetes Pleurotaceae	линалоол, кумарин, цис-и транс-линалоолокисды	сладкий, цветочный	[71]
<i>Cystostereum muraii</i>	Fungi, Basidiomycota, Basidiomycetes, Cystostereaceae	1-октен-3-он, бензофурановые терпеноиды, бисаболан	ванили, кокосовых хлопьев	[71]
<i>Tyromyces sambuceus</i>	Fungi, Basidiomycota, Basidiomycetes, Polyporaceae	4-декалактон (4-деканол-лид), другие лактоны	персика, маракуйи, кокоса	[69]
<i>Aspergillus oryzae</i>	Fungi, Ascomycota, Eurotiomycetes, Trichocomaceae	1-октен-1-ол	ананасовый	[50]
<i>Aspergillus terreus</i>	Fungi, Ascomycota, Eurotiomycetes, Trichocomaceae	этилацетат	фруктовый	[75]
<i>Trichothecium roseum</i>	Fungi, Ascomycota, Ascomycetes, incertae sedis	нерол, линалоол, цитро-неллол, терпинеол, неро-лидол, лина-лилацетат, цитронеллилацетат, гера-нилацетат, 1-октен-3-ол, 3-октанол, 1,5-октадиен-3-ол, октан-1-ол, 2-октен-1-ол	цветочный, грибной	[71]
<i>Ceratocystis courulescens</i>	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Ophiostomataceae	6-метил-5-гептен-2-он, 6-метил-5-гептен-2-ол, неролидол, цитронел-лол, цитронеллила-цетат, 2,3-дигидрофарнезол, транс-фарнезол, гераниол, геранилацетат, нерол, линалоол, α-терпинеол, нерилацетат	фруктовый	[71]
<i>Ceratocystis fimbriata</i>	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Ophiostomataceae	линалоол, цитронеллол, гераниол, α-терпинеол	сладкий, фруктовый	[49, 72]
<i>Ceratocystis populina</i>	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Ophiostomataceae	бициклические сескви-терпены с 1,7-диметил-4-изопротилдекалиновым скеле-том, δ-кадиол, δ-кадинен	приятный фруктовый	[71]
<i>Ceratocystis variopora</i>	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Ophiostomataceae	витронеллол, цитронел-лилаце-тат, гераниаль, не-раль, гераниол, линало-ол, геранилацетат, нерол, α-терпинеол	ароматный, подобный герани	[71]
<i>Leptographium lundbergii</i>	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Ophiostomataceae	сесквитерпеновые спир-ты с аф-риканановым ске-летом (африка-нолы): лептографиол, изолепто-графиол, изоафриканол	фруктовый сладкий	[71]

Окончание табл. 2				
1	2	3	4	5
Fusarium pore	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Nectriaceae	τ-лактоны, τ-декалактон, (Z)-6-τ-додеценолактон	фруктовый персиковый	[66]
Hypomyces odoratus	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreaceae	сесквитерпеновые эфиры и спирты, 1-октен-3-ол	подобный камфоре	[71]
Trichoderma koningii	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreaceae	6-пентил-α-пирон	кокоса	[71]
Trichoderma reesei	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreaceae	6-пентил-2-пирон	кокоса	[71]
Trichoderma viride	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreaceae	6-пентил-2-пирон, 6-(пент-1-енил)-2-пирон	кокоса	[49, 84]
Cladosporium cladosporoides	Fungi, Ascomycota, Dothideomycetes, Davidiellaceae	изобутиловый спирт, изобутилацетат, 3-метил-бутанол, 3-метил-бутил-ацетат, β-фенилэтанол, β-фенилацетат	фруктовый	[71]
Cladosporium suaveolens	Fungi, Ascomycota, Dothideomycetes, Davidiellaceae	γ-декалактон, δ-додекалактон	кокосовый	[69]
Monilia fruticola	Fungi, Ascomycota, Leotiomycetes, Sclerotiniaceae	4-окталактон, 4-декалактон	персика	[71]

Эфирное масло розы (болгарское, крымское, французское и др.) в соответствии с парфюмерной классификацией относится к цветочному направлению запаха и является достаточно ценным и в настоящее время наиболее дорогим в мире [42]. Однако, биотехнология розового эфирного масла, соответствующего международным стандартам, до сих пор не разработана. Выявлено, что содержание масла в клеточной культуре розы на порядок ниже, чем в интактных лепестках, а состав экстрагируемых масел отличается от розового масла растений [20, 74]. В 80-90-е годы прошлого века показана возможность получения натуральных душистых веществ с использованием микробных культур. Среди изученных представителей микромира можно выделить группу продуцентов спиртов и сложных эфиров с запахом розы, включающую разные таксоны организмов (табл. 4, 5).

Направленный поиск перспективных объектов для биотехнологии ароматических продуктов в пределах родов *Ceratocystis*, *Aspergillus*, *Eremothecium* и др. дал возможность охарактеризовать различия между видами, штаммами по уровню биосинтетической активности и составу эфирного масла [49, 50, 59]. Виды родов *Ceratocystis*, *Eremothecium*, *Pichia*, *Saccharomyces* представляют интерес для получения эфирного масла с запахом розы. Среди основных запа-

хов синтезируемых ими летучих душистых соединений можно выделить цветочный, с преобладанием аромата розы. Он обеспечивается у большинства продуцентов только за счет β-фенилэтилового спирта, возникающего в результате ферментативных реакций дезаминирования, декарбоксилирования и окисления L-фенилаланина [66, 71, 83]. Однако *Ceratocystis sp.*, *Eremothecium sp.* и *Kluveromyces sp.* способны также синтезировать терпеновые спирты (гераниол, цитронеллол, нерол, линалоол, фарнезол), которые являются главными компонентами розового эфирного масла [10, 11, 31, 34].

Возможность выделения монотерпеновых спиртов при культивировании этих продуцентов подтверждает наличие определенных ферментативных систем их биосинтеза, непосредственно сопряженных с образованием изопентилдифосфата, предшественника терпенов и терпеноидов [48, 65, 76]. Выяснение путей синтеза изопентилдифосфата и условий изомеризации нестабильных монотерпеновых спиртов имеет большое значение для регуляции ферментационного процесса при получении конечного продукта с конкретным компонентным составом. Так, на основании родства *Saccharomyces sp.*, *Kluveromyces sp.*, *Eremothecium sp.* [67, 81] и их способности синтезировать терпеновые соединения, можно предположить наличие

сходных ферментативных систем и использовать результаты по исследованию синтеза монотерпеновых спиртов у одного из этих родов для направленного изучения вторичного метаболизма у других родов. Это системы катализа, регуляции процессов образования и полимеризации изопентилдифосфата, изомеризации геранилдифосфата.

Уровень накопления ароматизирующих соединений, синтезируемых грибами, значительно превышает 100 миллиграмм (*C. moniliformis*, *E. asbyi*, *E. gossypii*) в литре культуральной жидкости [69, 71]. Виды родов *Ceratocystis*, *Eremothecium*, *Kluyveromyces* царства *Fungi* выделены нами как наиболее перспективные для дальнейшего изучения продуцентов веществ с розовым направлением запаха [35, 36, 38, 39]. Они отличаются высокими скоростью роста и уровнем накопления душистых соединений. Причем эфирные масла, синтезируемые представителями первых двух родов, представляют большую ценность. По компонентному составу они наиболее близки к розовому маслу. Один из самых высоких уровней накопления установлен у *E. ashbyi*. Синтез эфирного масла *E. ashbyi* достигает 180 мг на л культуральной жидкости в течение первых двух суток роста на ферментационной среде, что сравнимо с содержанием эфирного масла

в 500-600 г цветков розы [2, 79]. Установлено, что микромицеты *E. ashbyi* и *E. gossypii* обнаруживают сверхсинтез эфирного масла, основными ароматизирующими соединениями которого являются гераниол, нерол, цитронеллол, β-фенилэтанол. Однако доля этих веществ в составе липидов, синтезируемых мицелием *E. gossypii*, существенно выше, чем *E. ashbyi*, а соотношение монотерпеновых спиртов приближено к таковому в розовом эфирном масле (табл. 6).

Таким образом, разнообразие биообъектов различного таксономического положения подчеркивает их важную роль как альтернативных источников натуральных эфирных масел и летучих душистых соединений с запахом розы. Биогенные биологически активные соединения эволюционно более близки средам организма человека, чем синтетические. Они легко включаются в обменные процессы и практически не имеют побочных эффектов, а многие из них являются предшественниками физиологически активных веществ: гормонов, медиаторов и др. В связи с этим появилась необходимость выявления культур, создания рабочей коллекции и их эколого-физиологического исследования, а также получения новых форм, ценных для биотехнологии эфирных масел розового направления запаха.

Таблица 4

Мицелиальные грибы, синтезирующие летучие душистые вещества, подобные розе

Вид микроорганизма	Таксономическое положение	Синтезируемые летучие соединения	Запах	Источник
<i>Inocybe coridalina</i> , <i>I. pyrlodora</i> , <i>I. odorata</i>	Fungi, Basidiomycota, Agaricomycetes, Cortinariaceae	метилциннамат	фруктовый розоводобный	[71]
<i>Mycena pura</i>	Fungi, Basidiomycota, Agaricomycetes, Thicholomataceae	цитронеллол	запах розы	[66]
<i>Aspergillus niger</i>	Fungi, Ascomycota, Eurotiomycetes, Trichocomaceae	метилкетоны, 2-фенилэтанол	неприятный; розоводобный	[50, 52]
<i>Penicillium decumbens</i>	Fungi, Ascomycota, Eurotiomycetes, Trichocomaceae	туйопсен, 3-октанон, неролидол, 1-октен-3-ол, β-фенилэтанол	подобный сосне, розе, яблоку, грибам	[71]
<i>Ceratocystis moniliformis</i>	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes Ophiostomataceae	3-метилбутилацетат, гераниол, цитронеллол, нерол, линалоол, α-терпинеол, гераниаль, нераль, цитронеллил-ацетат, геранилацетат	банана, груши, розы, персика	[69]
<i>Ceratocystis virescens</i>	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes Ophiostomataceae	цитронеллол, гераниол, линалоол, геранил-ацетат, нерол, α-терпинеол, гераниаль, нераль, цитронеллил-ацетат, нерилацетат	фруктовый, розоводобный	[71]
<i>Ascoidea hylecoeti</i>	Fungi, Ascomycota, Saccharomycetes, Ascoideaceae	β-фенилэтанол, фуран-2- карбоновая кислота, цитронеллол, нерол, линалоол, α-терпинеол, цитронеллаль, лимонен, мирцен, цитронеллил-ацетат	фруктово- цветочный розоводобный	[66]

Таблица 5

Дрожжи и дрожжеподобные грибы, синтезирующие летучие душистые вещества, подобные розе

Вид микроорганизма	Таксономическое положение	Синтезируемые летучие соединения	Запах	Источник
<i>Ambrosiozyma cicatricosa</i> , <i>A. monospora</i>	Fungi, Ascomycota, Saccharomycetes, Saccharomycopsidaceae	гераниол, цитронеллол, нерол, β-фенилэтанол, α-терпинеол, нерол, цитраль, линалоол	розоподобный	[71]
<i>Eremothecium ashbyi</i> , <i>E. gossypii</i>	Fungi, Ascomycota, Saccharomycetes, Eremotheciaceae	гераниол, цитронеллол, нерол, β-фенилэтанол, линалоол, цитраль, фарнезол	розоподобный	[9-11, 24, 33, 77, 78]
<i>Hansenula saturnus</i>	Fungi, Ascomycota, Saccharomycetes, Saccharomycetaceae	этилацетат, 3-метил-бутанол, 3-метилбутил-ацетат, 2-фенилэтанол, 2-фенилэтилацетат	розоподобный	[71]
<i>Kluveromyces lactis</i>	Fungi, Ascomycota, Saccharomycetes, Saccharomycetaceae	цитронеллол, гераниол, линалоол, β-фенилэтанол, эфиры, изоамило-вый спирт, ацетоин, 2-фенилацетат, изобута-нол, изовалериановая кислота	розоподобный, фруктовый, цветочный	[66]
<i>Kluveromyces marxianus</i>	Fungi, Ascomycota, Saccharomycetes, Saccharomycetaceae	2-фенилэтанол	розоподобный	[50, 69]
<i>Pichia farinosa</i>	Fungi, Ascomycota, Saccharomycetes, Saccharomycetaceae	этилацетат, 3-метил-бутанол, 3-метилбутил-ацетат, 2-фенилэтанол, 2-фенилэтилацетат	розоподобный	[71]
<i>Pichia fermentans</i>	Fungi, Ascomycota, Saccharomycetes, Saccharomycetaceae	2-фенилэтанол	розоподобный	[68]
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Fungi, Ascomycota, Saccharomycetes, Saccharomycetaceae	2-фенилэтанол, 4-дека-нолид; линалоол, гераниол, цитронеллол, α-терпенеол; ванилин	розоподобный, цветочно-фруктовый, ванильный	[54, 56, 69]
<i>Saccharomyces vini</i>	Fungi, Ascomycota, Saccharomycetes, Saccharomycetaceae	2-фенилэтанол	розоподобный	[50]
<i>Torulopsis utilis</i> (syn. <i>Candida utilis</i>)	Fungi, Ascomycota, Saccharomycetes, Saccharomycetaceae	2-фенилэтанол, этилацетат	розоподобный	[49]

Состояние и перспективы развития эфирномасличной сырьевой базы в России. По данным ВОЗ, около 80% жителей мира используют главным образом растительные и другие природные средства, имеющие длительную историю безопасного применения в традиционной и современной медицине. На VIII Российском национальном конгрессе «Человек и лекарство» (2001 г.) в докладе известных отечественных профессоров Д.А. Муравьевой, И.А. Самылиной, Т.П. Яковлева, В.А. Куркина подчеркнута особая значимость лекарственных пищевых растений, в том числе и эфирномасличных как для профилактики, так и для лечения различных заболеваний, а также экологически и профессионально обусловленной патологии в силу наличия универсальных органопротекторных свойств, широты терапевтического действия и относительной безвредности препаратов на их основе. В то

же время, за несколько последних десятилетий утрачено много видов эфирносонов, а потенциал полезности существующих изучен далеко не полностью [7].

До распада СССР производством лекарственных культур занимались 33 совхоза АПК «Союзлекраспром» [25]. Кроме того, по договорам с АПК «Союзлекраспром» многие колхозы и совхозы возделывали мяту перечную и некоторые другие эфирномасличные растения. Совхозы АПК «Союзлекраспром» располагались в разных регионах Советского Союза – на Украине, в Белоруссии, на Северном Кавказе, в Грузии, Центральных областях, Поволжье, Западной Сибири, Казахстане, Киргизии, Крыму и на Дальнем Востоке. Таким образом, сеть совхозов охватывала почти все природные зоны СССР, что позволяло возделывать лекарственные растения с различными биологическими и экологическими особенностями.

Таблица 6

Состав эрмотецевого и розового масел, lim (средние значения)

Культура	Ароматический продукт	Массовая доля, %				
		МТС	Г	Ц	Н	β-ФЭС
E. ashbyi	1	61,9-77,6	65,5-80,9	6,0-11,4	1,8-3,4	21,7-37,5
	2	78,0-84,9	43,3-64,2	2,6-5,1	0,5-3,5	9,8-12,7
E. gossypii	1	56,7-66,4	31,5-69,7	0,3-4,6	0,1-6,8	33,1-43,2
	2	52,8-61,9	35,0-52,4	1,2-2,8	0,2-2,7	37,3-46,3
Роза эфирно-масличная	1 [26]	≥ 8,0	-	-	-	75,0-88,0
	2 [16]	≥ 8,0	-	-	-	75,0-88,0

Примечание. 1 и 2 – эфирное масло, полученное методами, соответственно, гидродистилляции и экстракции; МТС – монотерпеновые спирты, Г – гераниол, Ц – цитронеллол, Н – нерол, ФЭС – фенилэтанол.

Несмотря на большие масштабы заготовок на плантациях эфирноносителей, потребность страны в некоторых видах сырья (ромашка аптечная, валериана, высоковитаминные шиповники и др.) все же полностью не удовлетворялась. Испытывала нужду в растительном сырье не только фармацевтическая промышленность для производства препаратов, но и аптечная сеть для отпуска лекарственного растительного сырья в форме сборов, экстенпоральных водных извлечений (настои и отвары), суммарных препаратов (настойки, экстракты). Ограничения в экспорте коснулись лекарственного эфирномасличного сырья (мята, анис, фенхель и др.) и некоторых других видов.

В связи с устойчивой тенденцией повышения спроса на натуральные виды продукции в последние годы резко возросло число их потребителей в государственном и негосударственном секторах экономики. Одновременно произошло заметное сокращение числа старых поставщиков фитосырья на российский рынок из-за разрыва хозяйственных связей с предприятиями бывших Союзных Республик в результате существующих межгосударственных барьеров внутри СНГ. Появились также разнообразные пищевые добавки, основа которых во многих случаях – измельченные растения или извлечения из них. О степени популярности такой продукции свидетельствует емкость рынка БАДов, которая составляет около 2 млрд, а лекарственных средств – 3 млрд долларов [22].

Активное развитие ликеро-водочного производства в России, жесткая конкуренция на рынке алкогольных товаров возродили производство спиртных напитков по традиционным народным рецептам с использованием можжевельника, имбиря, аниса, перца и многих других эфирномасличных растений. Сами эфирномасличные

растения являются сырьевой базой для пчеловодства: сбор меда, обладающего естественными лечебными свойствами, достигает 180-250 кг с 1 га. Рентабельность возделывания и переработки эфирноносителей, по сравнению с другими культурами, значительно выше. Например, прибыль от возделывания шалфея мускатного составляет 20 тыс. руб. с 1 га, розы – 15 тыс., лаванды и кориандра – 7,5 тыс. руб. В случае применения новых, комплексных технологий переработки этого лекарственного фитосырья прибыль увеличивается в 3-5 раз [21].

Крупнейшим потребителем эфирномасличного сырья является парфюмерно-косметическая промышленность, которая использует в производстве более 30 душистых растений. Например, потребность этой отрасли в эфирном масле мяты составляет ежегодно около 200 тонн в год, эфирном масле кориандра – 800-1000 тонн, аниса – 100 тонн, фенхеля – 30-40 тонн, тмина – 300 тонн и т.д. Эфирномасличная отрасль является одной из самых прибыльных и быстроразвивающихся отраслей в мировом агропромышленном комплексе. За последние 25 лет мировое производство эфирных масел увеличилось с 50 до 250 тыс. тонн в год [21].

Все это свидетельствует о постоянно растущем спросе на эфирномасличное сырье как в России, так и за ее пределами. Возросший в последние годы интерес к природным препаратам обусловлен также увеличивающимся объемом научно-популярной литературы, повышением уровня информированности населения, публичной рекламой.

В зависимости от источников формирования, товарная номенклатура эфирномасличного сырья структурно может быть разделена на 3 группы: дикорастущее (полынь и др.), культивируемое в по-

левых условиях (лаванда, шалфей, роза, кориандр, мята и др.) и биотехнологическое (*Sporobolomyces roseus*, *S. odorus*, *Schizosaccharomyces pombe*) [51, 71]. Увеличивающийся в РФ удельный вес сырья, полученного в полевой культуре и биотехнологическими способами, отражает мировые тенденции развития сырьевой базы эфирномасличных растений. Из 60 видов культивируемых растений, которые используются на предприятиях химико-фармацевтической промышленности и других отраслей народного хозяйства, отечественными производителями выращивается около 20 видов. Результаты анализа ситуации на рынке растительного сырья и продуктов на его основе свидетельствуют об утрате на нём позиций России [18].

Однако, повышение качества жизни людей и охрана здоровья населения РФ требуют устойчивого обеспечения химико-фармацевтического, эфирномасличного и биотехнологического производства отечественным сырьем, в основном, культивируемым. Вместе с тем, учитывая несоответствие отечественных эфирных масел международным стандартам качества, можно прогнозировать, что объем сбыта, как и цена на продукцию, будут снижаться. Кроме того, в настоящее время в нашей стране эфирные масла вырабатывают, в основном, частные фирмы, большинство из которых не соблюдают ни технологий возделывания эфирносов, ни технологий их переработки, рекомендованных наукой, что приводит к низкой продуктивности плантаций и ухудшению качества продуктов переработки. Например, переход на примитивные технологии переработки существенно ухудшил качество лавандового масла вследствие снижения в нем содержания основного компонента (линалилацетата) с 48-50 до 32-36%. Серьезную тревогу вызывает сортовая чистота промышленных плантаций. Из-за отсутствия достаточного количества уборочной техники не выдерживаются сроки уборки эфирносов (10-15 дней), что также приводит к потерям эфирного масла. К тому же техника для возделывания и уборки эфирномасличных культур давно морально устарела и физически изношена. Перерабатывающая база отрасли, которая до распада СССР была лучшей в мире, практически разрушена, что приводит, в целом, к ее регрессии и темпы этого процесса возрастают [17, 21].

В качестве альтернативы выше изложенных тенденций необходимо, прежде всего, определить объемы и ассортимент продукции, сбыт которой гарантирован на международном рынке, при условии соответствия

качества продуктов мировым стандартам. Например, болгарское розовое масло – натуральный продукт, цена которого на мировом рынке достигает 80\$ за 1 грамм, чрезвычайно востребован. Ведь более 50% мировых парфюмерных брендов изготавливается на основе розового масла. Оно используется также в медицине и фармацевтике. Розовое масло и розовая вода широко применяются в парфюмерно-косметическом, кондитерском, мыловаренном и ликероводочном производствах. Масло применяют в качестве корриганта фармацевтических препаратов с целью улучшения их вкуса и запаха. Оно обладает умеренным антибактериальным (бактериостатическим) действием, при этом β-фенилэтанол ингибирует синтез макромолекул, но не токсичен в равной степени для всех микроорганизмов и штаммов продуцентов [50]. Розовое масло регулирует работу надпочечников, оказывает жаропонижающее, противовоспалительное, противоотечное, желчегонное, гепатопротекторное действие, применяется в лечении стоматита, пародонтоза, кожных и других заболеваний.

До 1992 года производство розового масла методом гидроdistилляции в республиках СССР (Украина, Молдавия и др.) составляло около 4 т/год. Сейчас оно резко сократилось из-за экономического кризиса в странах СНГ [13]. Например, в 2005 г. в Крыму было выработано 600 кг эфирного масла (экстракта) розы, что в 2 раза меньше по сравнению с максимально достигнутым показателем эфирномасличной отрасли этого региона [21].

Таким образом, выявление перспективных продуцентов эфирных масел, в том числе и розового направления запаха, является актуальной задачей в биотехнологии ароматических продуктов, которые по составу и действию близки к эндогенным соединениям человеческого организма. Также одной из приоритетных задач является расширение мирового ассортимента выпускаемых промышленностью натуральных эфирных масел, насчитывающих 180 наименований, за счет внедрения в промышленное производство интродуцентов-сверхсинтетиков различной таксономической принадлежности.

Рынки сбыта (региональный/ всероссийский/зарубежных стран) и обусловленность спроса на разрабатываемую продукцию

Как уже отмечалось, эрмотецевое масло является эфирным маслом с розовым направлением запаха. В связи с этим для разрабатываемого продукта характер-

ны те же рынки сбыта, что и традиционно для эфирного масла. К основным отраслям промышленности, где широко применяются и чрезвычайно востребованы эфирные масла, относятся парфюмерно-косметическая, фармацевтическая и пищевая.

Согласно данным *DelaRey* [27], при тщательном рассмотрении указанных сегментов рынка наибольшее региональное значение эроматецевое масло может иметь для пищевой промышленности, поскольку в Приволжском Федеральном округе основной спрос на разрабатываемый продукт может формироваться главным образом за счет малых, средних и крупных производств, занимающихся выпуском кондитерских изделий, алкогольных и безалкогольных напитков.

Однако на всероссийском уровне (согласно единому информационному portalу «Экспортеры России») эроматецевое мало может встретить высокий спрос предприятий парфюмерно-косметической, фармацевтической отраслей, особенно в Центральном и Северо-Западном Федеральных округах.

На мировом рынке разрабатываемый продукт может быть успешно использован при производстве пищевых продуктов, напитков, товаров личного ухода, лекарственных препаратов, при том что прогнозируется [1] высокий рост в данных сегментах. Планируемый доход в 2016 г. составит в размере 113 184,7 млн долларов США, а в 2020 г. достигнет 192 890 млн долларов США. Кроме того, ожидаемое число потребителей конечной продукции в 2020 г. поднимется до 589,2 млн. Мировой спрос на продукцию, в состав которой входит или может входить эфирные масла, неуклонно растет [1, 82]. В связи с этим встает вопрос об обеспеченности производства необходимым количеством ингредиентов.

В настоящее время перед производителями эфирных масел стоит ряд проблем, которые являются ключевыми при получении, формировании себестоимости и рыночной цены на конечный продукт. В частности, к ним относятся сильная зависимость урожайности и качества эфирного масла от агроэкологических условий; необходимость высокого развития технического обеспечения производства, начиная с возделывания культуры эфирносов и заканчивая процессами переработки растительного сырья. Большинство этапов производства эфирных масел связаны с рутинным сезонным ручным трудом, особенно культивирование растений и сбор урожая. Некоторые производители, в частности розового масла, пытаются интенсифицировать выращива-

ние эфирносов за счет внедрения систем капельной ирригации. Однако это не дает основания полагать, что в ближайшие 5 лет они способны обеспечить увеличивающийся спрос на натуральные компоненты.

Отличительными особенностями биотехнологического производства эроматецевого масла являются возможность высокой механизации всех процессов, относительно легкое внедрение новых достижений науки и техники и, соответственно, интенсификация производственных процессов, круглогодичность, независимость от условий внешней среды, обеспечение постоянной занятости персонала. Эти особенности составляют главные конкурентные преимущества разрабатываемого продукта перед эфирными маслами, получаемыми из сырья растительного происхождения. Кроме того, эроматецевое масло является натуральным продуктом, что соответствует главному тренду «натурализации» на мировом рынке.

Сравнительная характеристика отечественного и зарубежного рынка

По оценкам [1] в 2014 г. продажи эфирных масел в России составили 734,6 т, что превышает показатель 2010 г. на 22,5%. Увеличение продаж вызвано распространением «натуральной» косметики и продуктов, при производстве которых широко используются эфирные масла, а также повышением интереса населения к нетрадиционным методам лечения. В 2015-2016 гг. на российском рынке произойдет снижение натурального объема продаж. Но с 2017 г. продажи эфирных масел будут увеличиваться и в 2019 г. составят 754,8 т. Спад продаж в ближайшие годы будет связан с влиянием кризисных явлений в экономике России. Покупатели в данных условиях будут перераспределять расходы в сторону наиболее приоритетных. Предприятия потребляющих отраслей промышленности сократят объемы закупок эфирных масел на фоне снижения объемов собственного производства.

Кроме того, стоимостной объем продаж эфирных масел в России за 2010-2014 гг. увеличился на 95,6%, и в 2014 г. данный показатель составил 2305,5 млн рублей. В ближайшие годы выручка участников рынка продолжит расти, и в 2019 достигнет 3986,2 млн рублей. Рост выручки в большей степени произойдет из-за увеличения средней цены продаж. За последние 5 лет средняя цена продаж эфирных масел в стране увеличилась на 59,7% до 3138,4 рублей за кг. Рост цен на продукцию происходит из-за удорожания сырья, стоимость которого зависит от происхождения, способа уборки и затрат на выращивание эфирносов [1].

Согласно данным из отчета *BCC Research* [82] по размеру мирового рынка эфирных масел и ароматизаторов, объемы продаж эфирных масел значительно превосходят (около 40%) объемы продаж химических аналогов по всему миру. Мировой объем продаж натуральных компонентов имеет стабильную тенденцию к росту: в 2004 г. он составлял 3,5 млн долларов США, а в 2011 г. вырос до 5 млн долларов США. В предстоящие годы предвидится рост мирового спроса на качественные эфирные масла и их компоненты, и натуральные продукты сохраняют за собой лидирующую позицию в парфюмерной индустрии. Общий спрос только парфюмерной индустрии на душистые вещества в 2011 г. оценивался в 7,6 млрд долларов США со среднегодовым темпом роста в 5,7%. Таким образом, в 2017 г. он должен увеличиться до 10,7 млрд долларов США. Однако в 2013 г. мировой рынок душистых веществ был оценен в 21,4 млрд долларов США, и в 2018 г. прогнозируется его рост до 25 млрд долларов США со среднегодовым приростом в 3,2% [47].

В настоящее время к основным производителям эфирных масел в России можно отнести следующие предприятия: ООО ПКП «Лазурин» (Новосибирск), ООО НПО «Алексеевское» (Алексеевка, Белгородская область), ОАО «Комбинат «Крымская роза» (Симферополь), ООО «Интер-Крым» (Ялта), ПАО «Алуштинский эфирномаслич-

ный совхоз-завод» (Алушта). Традиционно главными маслами, поставляемыми этими предприятиями на отечественный и мировой рынок, являются еловое, пихтовое, кориандровое, мятное и розовое.

Основными же мировыми странами-производителями эфирных масел являются Бразилия, Китай, США, Египет, Индия, Мексика, Гватемала, Марокко и Индонезия [55]. Все эти страны, за исключением США, относятся к развивающимся с низкой стоимостью трудозатрат, и на их долю приходится около 65% мирового производства эфирных масел (рис. 1-3). В 2013 г. Россия занимала лишь 38 место с долей на мировом рынке 0,3% [27]. По версии *ITC* [62] в 2014 г. Россия достигла 32 места в мировом рейтинге стран-экспортеров эфирного масла с годовым приростом 13% (рис. 1).

По рейтингу, составленному *Leffingwell & Associates* [57], в парфюмерной индустрии мировыми лидерами являются компании Givaudan, Firmenich, IFF, Symrise, Takasago, объемы продаж которых в 2014 г. составляли 4818,5, 3291,1, 3088,5, 2818, 1247,1 млн долларов США. Главными импортерами эфирных являются США (40%), Западная Европа (30%) и Япония (7%) (рис. 4-5, табл. 7). Следует отметить, что несмотря на то, что Европейский союз доминирует в мировой торговле, импорте и экспорте эфирных масел, ни одна страна в его составе не обладает достаточно мощным их производством.

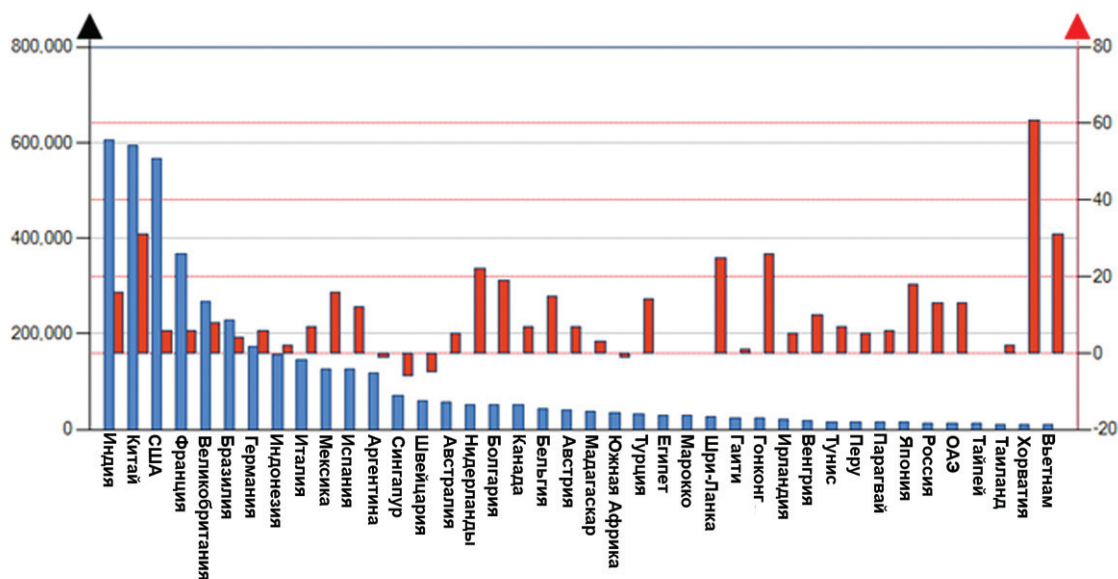


Рис. 1. Топ-40 экспортеров эфирного масла в 2014 г. (по данным *ITC* [62]; синим – экспортная стоимость, тыс. долларов США, красным – годовой прирост в стоимости, %)

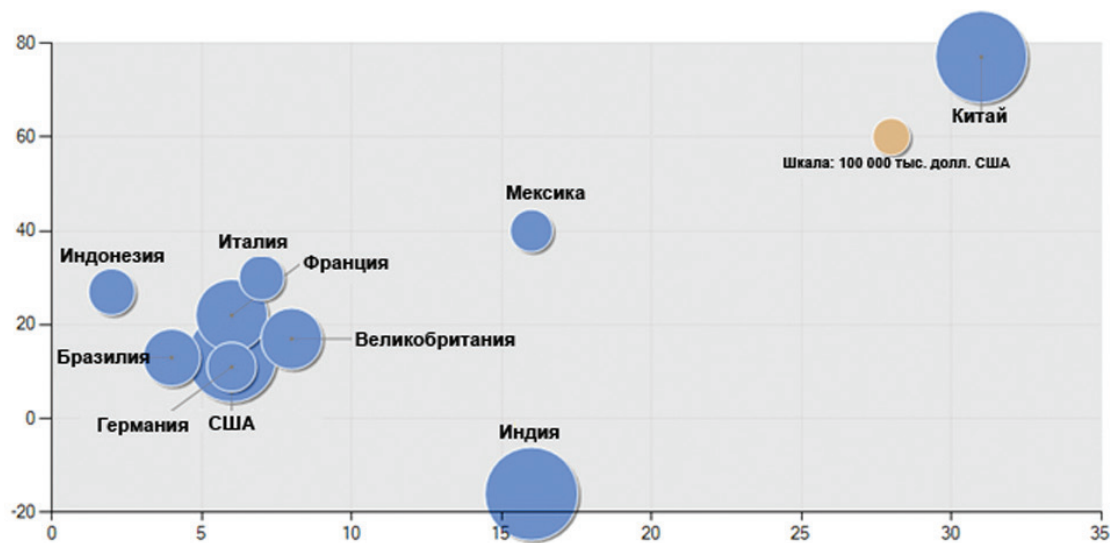


Рис. 2. Рост экспорта стран из топ-10 (по данным ИТС [62]); ось X – годовой рост экспорта в 2011-2014 гг., %; ось Y – годовой рост экспорта в 2013-2014 гг., %

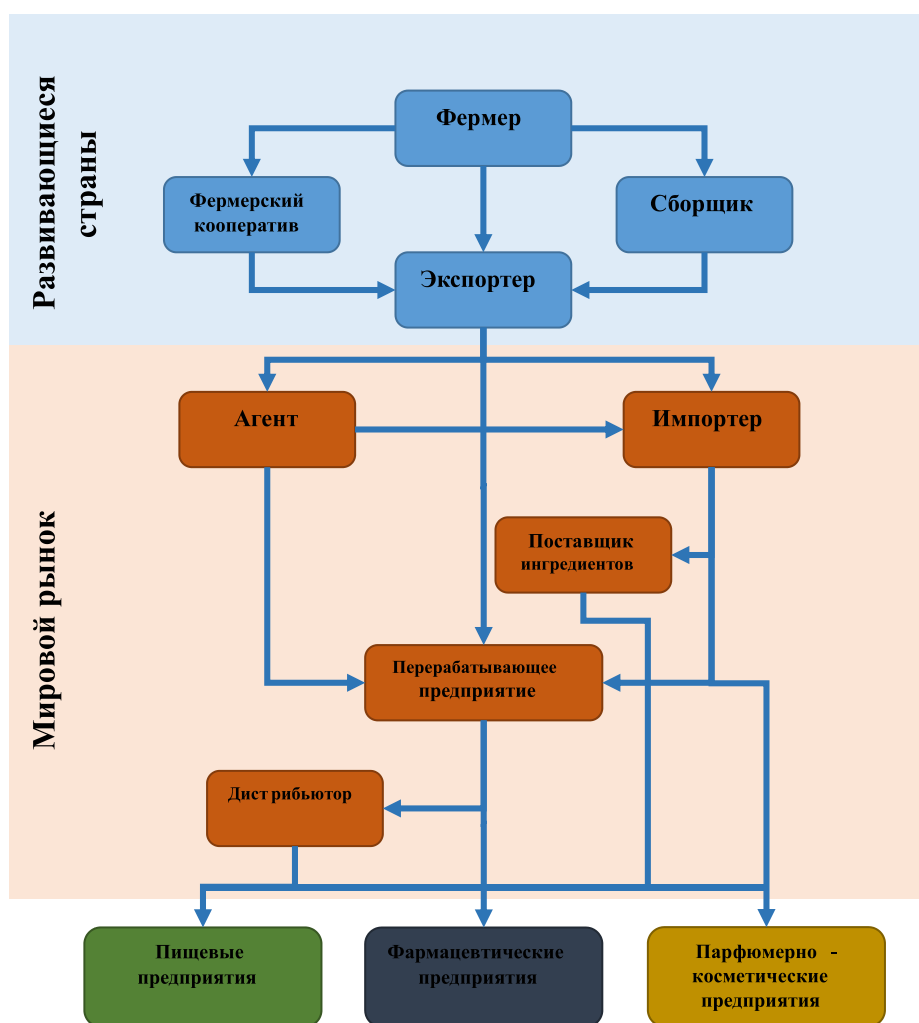


Рис. 3. Основные мировые рыночные каналы эфирного масла

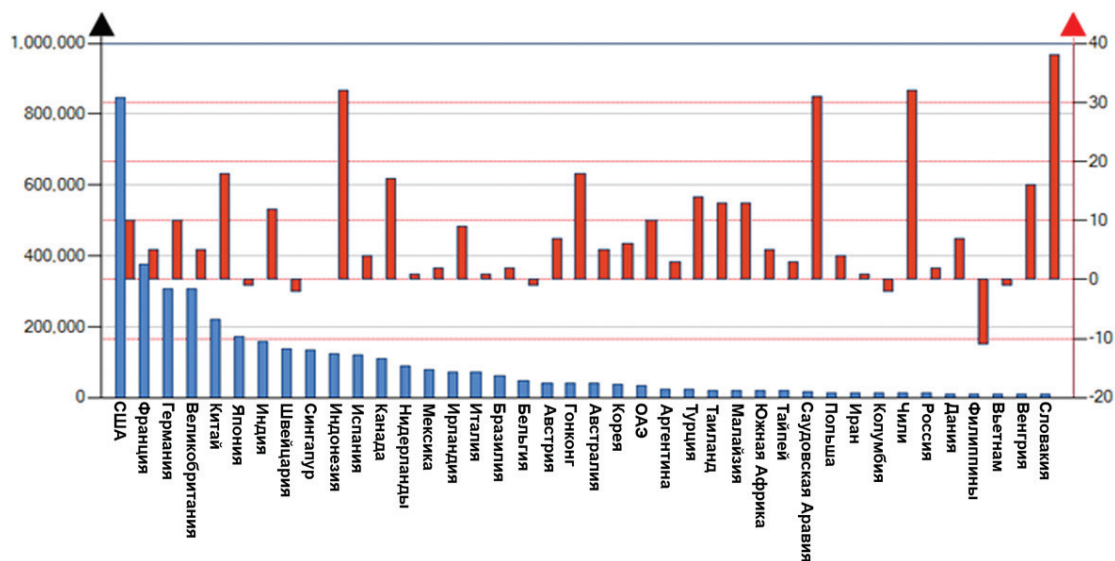


Рис. 4. Топ-40 импортеров эфирного масла в 2014 г. (по данным ИТС [62]; синим – импортная стоимость, тыс. долларов США, красным – годовой прирост в стоимости, %)

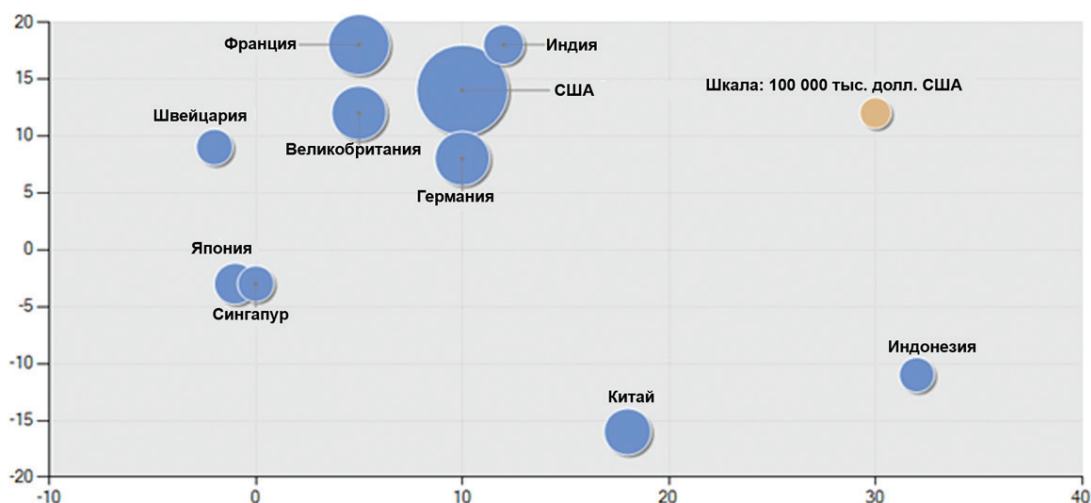


Рис. 5. Рост импорта стран из топ-10 (по данным ИТС [62]; ось X – годовой рост импорта в 2011-2014 гг., %; ось Y – годовой рост импорта в 2013-2014 гг., %)

Комплексная оценка рынка

Размер рынка, сегменты, потенциальные потребители. В 2014 г. размер российского рынка эфирных масел оценивался в 3124,3 млн рублей, размер мирового рынка – в 2 084 239 401 млн рублей [1].

Целевым рынком эрометцевого масла является промышленный (B2B). Разрабатываемый продукт будет поставляться на предприятия для производства товаров и для

конечных потребителей. Парфюмерно-косметическая, фармацевтическая и пищевая индустрия являются главными сегментами для эрометцевого масла. В зависимости от объемов производства потенциальными потребителями эрометцевого масла могут стать малые, средние и крупные предприятия парфюмерно-косметической, фармацевтической и пищевой промышленности (табл. 8-10).

Таблица 7

Мировое потребление ароматизаторов по регионам (млн. долларов США)

Регион	2013, млн. долларов США	2018, млн. долларов США	Годовой прирост 2013-2018,%
Африка	775,03	964,16	4,5
Азия	7 020,82	8 532,46	4,0
Центральная Америка	620,89	775,47	4,5
Центральная Европа	482,97	563,35	3,1
Восточная Европа	935,25	1 104,90	3,4
Ближний и Средний Восток	440,84	539,09	4,1
Северная Америка	5 068,68	5 753,09	2,6
Южная Америка	1 763,74	2 055,11	3,1
Западная Европа	4 252,16	4 710,34	2,1
Итого	21 360,37	24 997,96	3,2

Примечание. Согласно данным *IAL Consultants* [47].

Таблица 8

Предполагаемые направления использования эрмотецевого масла

Отрасль производства	Направление использования	Примеры товаров для конечного потребителя
Парфюмерно-косметическая	ароматический компонент в составе парфюмерных композиций	духи, туалетные воды, шампуни, крема, мыла, ополаскиватели, гели, бальзамы, зубные пасты
	корригант запаха и вкуса	
Фармацевтическая	активное вещество в составе лекарственной формы	сиропы, микстуры, бальзамы, мази, крема, гели, капсулы
	корригант запаха и вкуса	
Пищевая	корригант запаха и вкуса	напитки, кондитерские изделия

Таблица 9

Потенциальные предприятия-потребители эрмотецевого масла

Отрасль производства	Уровень	Примеры потенциальных потребителей
1	2	3
Парфюмерно-косметическая	Региональный	ОАО «ПКК Весна» (Самара) ЗАО «Апрель» (Уфа)
	Всероссийский	ОАО «Новая Заря – Nouvelle Étoile» (Москва) ОАО «Свобода» (Москва) НПО «Мирра-М» (Москва) ОАО «Невская косметика» (Санкт-Петербург) НПО «Фитофарм» (Санкт-Петербург) КФ «Северное Сияние» (Санкт-Петербург) Концерн «Калина» (Екатеринбург) ОАО «Арнест» (Невинномысск, Ставроп. край)
	Мировой	Procter&Gamble (США) Johnson&Johnson (США) Avon Products (США) Mary Kay (США) Yves Rocher (Франция) L'Oréal (Франция) Lancôme (Франция) Chanel (Франция) Beiersdorf (Германия) Henkel (Германия) Max Factor (Великобритания) Shiseido (Япония)

Окончание табл. 9

1	2	3
Фармацевтическая	Региональный	ООО «Парафарм» (Пенза) ООО «Биокор» (Пенза) ООО «Озон» (Жигулевск, Самарская область) ОАО «Фармстандарт» (Уфа) ОАО «Татхимфармпрепараты» (Казань)
	Всероссийский	ОАО «ХФК «Акрихин» (Москва) ЗАО «ФармФирма «Сотекс» (Москва) ООО «Биотэк» (Москва) ОАО «Фармсинтез» (Санкт-Петербург) ОАО «Вертекс» (Санкт-Петербург) ОАО «Нижфарм» (Нижний Новгород) ОАО «Синтез» (Курган) ОАО НПК «Эском» (Ставрополь) ЗАО «Алтайвитамины» (Бийск) ОАО «Фармстандарт» (Курск, Томск, Тюмень) ОАО «Верофарм» (Воронеж, Белгород, Покров)
	Мировой	AbbVie (США) Johnson & Johnson (США) Eli Lilly (США) Merck (США) Pfizer (США) AstraZeneca (Великобритания) GSK (Великобритания) Sanofi (Франция) Hoffmann-La Roche (Швейцария) Novartis (Швейцария)
Пищевая	Региональный	ОАО «Молочный комбинат Пензенский» (Пенза) ООО «Ледяной Дом» (Пенза) ЗАО «Исток» (Пенза) ЗАО «Пензенская кондитерская фабрика» (Пенза) ОАО «Россия» (Самара)
	Всероссийский	ОАО «Вимм-Билль-Данн» (Москва) КК «Бабаевский» (Москва) ОАО «Кристалл» (Москва) МКФ «Красный Октябрь» (Москва) ООО «Эрманн» (Московская область) Группа компаний Danone
	Мировой	Nestle Kraft Foods Inc. Mondelez International Mars Inc. Dean Foods Co. Hershey Co. Kellogg Co.

Барьеры для выхода на рынок. К главным барьерам, которые могут осложнить выход эрмотецевого масла на рынок, относятся следующее:

1. Получение необходимых разрешительных документов, к которым относятся, в частности сертификат качества, безопасности. При выходе на рынок эрмотецевого масла должно получить полный пакет документов, подтверждающих его качество и безопасность для использования в товарах парфюмерно-косметической, фармацевтической, пищевой промышленности. При этом необходимо учесть, что требования других

стран, на рынки которых предполагается экспортировать эрмотецевоe масло, отличаются от российских, что требует дополнительных временных и материальных затрат.

2. Таможенные пошлины. В зависимости от страны назначения экспорт эрмотецевого масла может подвергаться обложению таможенных пошлин.

3. Конкуренция. Мировой рынок эфирных масел представляет собой высококонкурентную среду.

Возможность импортозамещения ранее используемой продукции аналогичного назначения. Несмотря на то, что экспорт

российских эфирных масел и резиноидов в последние годы характеризуется стабильным и достаточно уверенным ростом, тем не менее, Россия остается крупным импортером эфирных масел и резиноидов, так как объемы экспорта значительно уступают объемам импорта (рис. 6). Выход на внутренний рынок эромотецевого масла позволит снизить импорт эфирных масел розового направления запаха. К таким маслам, в частности, относятся масла розы, герани, пальмарозы, розового дерева.

Экспортный потенциал продукции. Специалисты консалтинговой компании *DelaRey* утверждают, что в 2014 г. экспорт эфирных масел и резиноидов уменьшился на 9,3% по сравнению с 2013 г. до объема 507,5 млн долларов США [27]. Отрицательное сальдо торгового баланса составляло в 2014 г. 3 млрд долларов США. В 2014 г. российский экспорт эфирных масел и резиноидов составлял 0,52% от общемирового.

Последние 5 лет отрасль показывает постепенный рост объемов экспорта.

Разрабатываемое эромотецевое масло с розовым направлением запаха позволит усилить экспортные позиции России, сохранив и расширив ее присутствие на мировом рынке. В настоящее время на территории Российской Федерации получают лишь единственное масло, которое также относится к данному направлению запаха и является собственно розовым маслом. Следует отметить, что основными потребителями российских эфирных масел выступают Украина, Казахстан, Беларусь, Узбекистан, Азербайджан, Киргизия, Польша, Латвия и Туркменистан (рис. 7). Производство и экспорт эромотецевого масла позволит расширить список стран-импортеров и дает возможность провести экспансию на европейский рынок, который является ключевым в мировом обороте эфирных масел.

Таблица 10

Оценка рынка аналогичной эромотецевому маслу продукции

Год	Оценка объема мирового рынка продукции, планируемой к выпуску, млн руб.	Оценка объема российского рынка продукции, планируемой к выпуску, млн руб.
2016	2 140 291 420	2 508
2017	2 206 486 140	3 012
2018	2 274 727 030	3 564
2019	2 342 968 012	3 986
Итого	8 984 472 602	13 070

Примечание. Согласно данным *IAL Consultants, BusinesStat, DelaRey* [1, 27, 47].

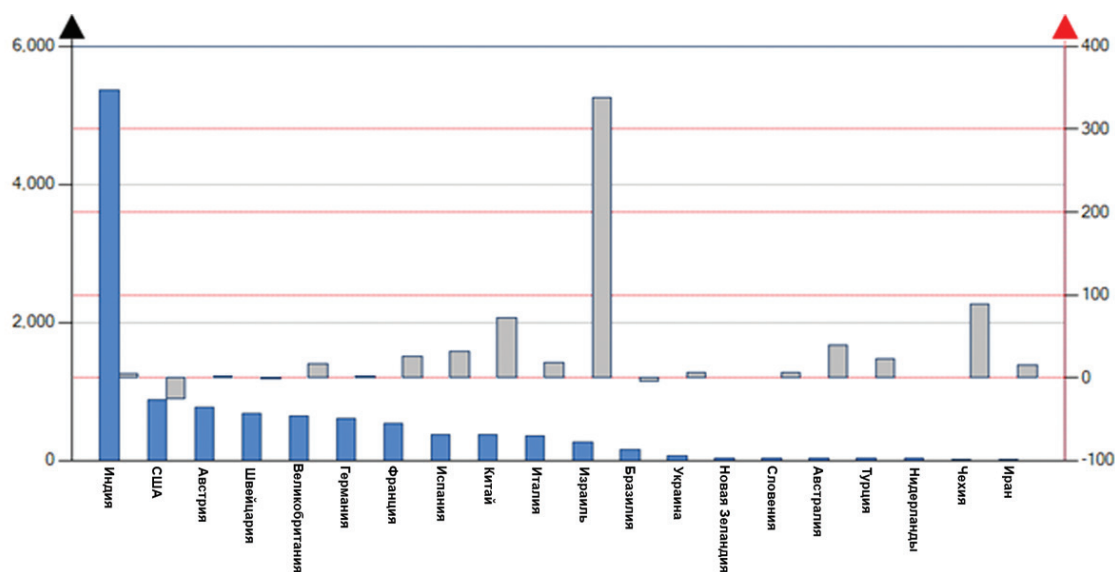


Рис. 6. Топ-20 стран-поставщиков эфирного масла и резиноидов на территорию Российской Федерации в 2014 г. (по данным ИТС [62]; синим – импортная стоимость, тыс. долларов США, серым – годовой прирост в стоимости, %)

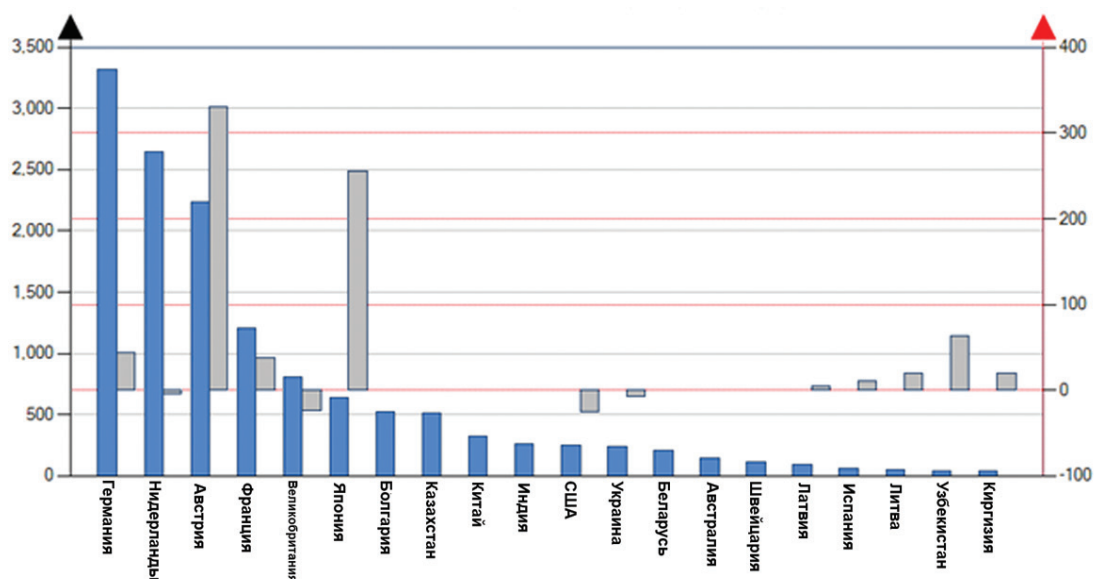


Рис. 7. Топ-20 стран-импортеров эфирного масла и резиноидов с территории Российской Федерации в 2014 г. (по данным ИТС [62]; синим – экспортная стоимость, тыс. долларов США, серым – годовой прирост в стоимости, %)

Заключение

Научно-техническое обоснование технологий микробного синтеза ароматических продуктов с использованием новых видов эфирномасличного биотехнологического сырья дает основание полагать, что потенциальными потребителями масла могут стать малые, средние и крупные предприятия парфюмерно-косметической, фармацевтической и пищевой промышленности.

Проведенный анализ состояния и перспектив биотехнологий получения эфирных масел розового направления запаха, свидетельствует о том, что целевым рынком эрмотецевого масла является промышленный. Разрабатываемый продукт будет поставляться на предприятия для производства товаров и непосредственно конечным потребителям.

Комплексная оценка рынка по наиболее важным маркетинговым характеристикам разработки нового целевого продукта – эрмотецевого масла: источникам получения, сырьевой базе, рынкам сбыта: региональному/всероссийскому/зарубежному, потребности и спросу на разрабатываемую продукцию, барьерам для выхода на рынок, экспортному потенциалу показывает целесообразность импортозамещения ранее используемой продукции аналогичного назначения. Выход на внутренний рынок эрмотецевого масла позволит снизить импорт эфирных масел розового направления запаха, в частности, масла розы, герани, пальмарозы, розового дерева.

Сопоставление данных, касающихся состава эрмотецевого масла в сравнении с розовым эфирным маслом, позволяет высказать предположение, что разрабатываемое эрмотецевоое масло с розовым направлением запаха усилит экспортные позиции России, сохранив и расширив ее присутствие на мировом рынке эфирных масел. К главным барьерам, которые могут осложнить выход эрмотецевого масла на рынок, относятся отличающиеся от российских требования других государств, на рынки которых предполагается экспортировать эрмотецевоое масло, что требует дополнительных временных и материальных затрат; таможенные пошлины стран назначения; высококонкурентная среда мирового рынка эфирных масел.

Отличительными особенностями решения проблемы создания биотехнологического производства эрмотецевого масла являются возможность высокой механизации всех процессов, относительно легкое внедрение новых достижений науки и техники и, соответственно, интенсификация производственных процессов, круглогодичность, независимость от условий внешней среды, обеспечение постоянной занятости персонала. Эти особенности составляют главные конкурентные преимущества разрабатываемого продукта перед эфирными маслами, получаемыми из сырья растительного происхождения. Кроме того, эрмотецевоое масло является натуральным продуктом, что соответствует главному тренду «натурализации» на мировом рынке.

Список литературы

1. Анализ рынка эфирных масел в России в 2010-2014 гг., прогноз на 2015-2019 гг.: аналит. обз. // *BuisenesStat*. – 2015. – 86 с.
2. А.с. 1421765 СССР. Способ получения смеси душистых веществ, обладающей запахом розы / Бугорский П.С., Семенова Е.Ф., Родов В.С., Миронов В.А. (СССР) Заявл. 22.05.87 (заявка № 4246910 с датой приоритета изобретения 22.05.1987 г.). Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР 08.05.1988 г. Оpubл. 07.09.88, БИ № 33.
3. А.с. 1454845 СССР Штамм гриба *Eremothecium ashbyi* – продуцент эфирного масла / Семенова Е.Ф., Родов В.С., Бугорский П.С. (СССР) Заявл. 28.07.87 (заявка № 4291537 с датой приоритета изобретения 28.07.1987 г.). Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР 01.10.1988 г. Оpubл. 30.01.89, БИ № 4.
4. А.с. 1638157 СССР Способ получения резиноида микроводорослей / Бугорский П.С., Родов В.С., Семенова Е.Ф., Клячко-Гурвич Г.Л. (СССР). – Заявл. 22.03.89 (заявка № 4665003 с датой приоритета изобретения 22.03.1989). Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР 01.12.1990 г. Оpubл. 30.03.91, БИ № 12.
5. А.с. 1698276 СССР Способ получения ароматического продукта с запахом розы / Семенова Е.Ф., Бугорский П.С. (СССР). Заявл. 20.07.88 (заявка № 4600171 с датой приоритета изобретения 20.07.1988 г.). Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР 15.08.1991 г. Оpubл. 15.12.91, БИ № 46.
6. А.с. 1794948 СССР Штамм гриба *Ashbya gossypii* – продуцент эфирного масла / Семенова Е.Ф., Бугорский П.С., Радзимовская С.Б. (СССР). Заявл. 23.08.90 (заявка № 4862283 с датой приоритета изобретения 23.08.1990 г.). Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР 08.10.1992 г. Оpubл. 15.02.93, БИ № 6.
7. Атлас лекарственных растений России / под ред. Быкова В.А.М., 2006. – 341 с.
8. Биотехнологические методы в помощь создания рентабельного эфиромасличного производства с наиболее полной утилизацией отходов / А.Н. Погорельская, Е.С. Кочетков, П.С. Бугорский, Е.Ф. Семенова // *Труды / Института эфиромасличных и лекарственных растений. Симферополь*, 1999. – Т. 25. – С. 170–180.
9. Бугорский П.С. Влияние ионов водорода, калия и натрия на продуктивность гриба *Eremothecium ashbyi* / П.С. Бугорский, Е.Ф. Семенова, В.С. Родов // *Микробиологический журнал*. – 1990. – Т. 52, № 3. – С. 44–47.
10. Бугорский П.С. Душистые вещества мицелиального гриба *Ashbya gossypii* / П.С. Бугорский, Е.Ф. Семенова // *Химия природных соединений*. – 1991. – № 3. – С. 428.
11. Бугорский П.С. Состав эфирного масла мицелиального гриба *Eremothecium ashbyi* / П.С. Бугорский, В.С. Родов, А.М. Носов // *Химия природных соединений*. – 1986. – №6. – С. 790–791.
12. Лекарственные средства из растений (опыт ВИЛАР) / С.А. Вичканова, В.К. Колхир, Т.А. Сокольская. – М.: Адрис, 2009. – 432 с.
13. Войткевич С.А. Эфирные масла для парфюмерии и ароматерапии. – М.: Пищевая промышленность, 1999. – 284 с.
14. Газид Э. Нанобиотехнология: необъятные перспективы развития. – М.: Научный мир, 2011. – 152 с.
15. Генетические ресурсы лекарственных растений России / В.А. Быков, А.А. Жученко, Л.Н. Зайко, А.Н. Цицилин, С.С. Шаин, Н.Т. Конон, М.Е. Пименова // *Лекарственное растениеводство*. – М., 2000 – С. 120–137.
16. ГОСТ 31791-2012 РФ. Продукция и сырье эфиромасличное, травянистое и цветочное. Технические условия. – Введ. 2014-01-01. – М.: Стандартинформ, 2013. – 24 с.
17. Гуринович Л.К. Эфирные масла: химия, технология, анализ и применение / Л.К. Гуринович, Т.В. Пучкова. – М.: Школа Косметических Химиков, 2005. – 192 с.
18. Дремова Н.Б., Афанасьева Т.Г. Маркетинговые исследования лекарственных средств растительного происхождения. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2003. – 74 с.
19. ДСТУ 4652:2006. Олія ефірна трояндова. – Введ. 2008-01-01. – 13 с.
20. Егорова Н.А. Некоторые итоги и перспективы биотехнологических исследований эфиромасличных растений / Н.А. Егорова, И.В. Ставцева // *Эфиромасличные растения и лекарственные растения. Научные труды Института эфиромасличных и лекарственных растений Украинской академии аграрных наук*. – 2006. – Выпуск 26. – С. 19–26.
21. Концепция развития эфиромасличной отрасли Крыма / В.А. Шляпников, А.В. Афонин, О.А. Пехова, В.М. Сучкова // *Эфиромасличные и лекарственные растения / Научные труды Института эфиромасличных и лекарственных растений УААН*. – 2006. – Вып. 26. – С. 12–18.
22. Куркин В.А. Основы фитотерапии. – Самара: ООО «Офорт», 2009. – 963 с.
23. Лекарственное сырье растительного и животного происхождения. Фармакогнозия / под ред. Г.П. Яковлева. – Спб.: СпецЛит, 2006. – 845 с.
24. Миронов В.А. Образование монотерпенов аскомицетом *Eremothecium ashbyi* / В.А. Миронов, М.И. Цибульская // *Прикл. биохимия и микробиология*. – 1982. – Т. 18, № 3. – С. 343–345.
25. Муравьева Д.А., Самылина И.А., Яковлев Г.П. Фармакогнозия. – М.: Медицина, 2002.
26. ОСТ 10-60-87. Масло эфирное розовое. – 7 с.
27. Обзор экспорта эфирных масел и резиноидов (категория 33 ТН ВЭД) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rusexporter.ru/research/industry/detail/2191/> (дата обращения: 24.08.16).
28. Пат. 1638157 Способ получения резиноида микроводорослей / Бугорский П.С., Родов В.С., Семенова Е.Ф., Клячко-Гурвич Г.Л. (СССР) // *Открытия. Изобретения*. – 1991. – № 12. – С. 74.
29. Промышленная микология / В.А. Галынкин, Н.А. Заикина, И.В. Миндукшев, Н.А. Юрлова. – СПб.: Изд-во СПбХФА, 2003. – 220 с.
30. Регистр лекарственных средств России РЛС Энциклопедия лекарств. Гл. ред: Г.Л. Вышковский. – М.: РЛС-МЕДИА, 2016. – Вып. 24. – 1296 с.
31. Родов В.С. Получение эфирного масла розового направления на основе биотехнологии / В.С. Родов, П.С. Бугорский, Е.Ф. Семенова // *Труды / ВНИИ эфиромасличных культур. Симферополь*. – 1987. – Т. 18. – С. 13–15.
32. Сассон А. Биотехнология: свершения и надежды / А. Сассон. – М.: Мир, 1987. – 411 с.
33. Семенова Е.Ф. Биосинтетическая активность и антимикробные свойства *Eremothecium ashbyi* Guill. // *Известия вузов. Поволжский регион. Серия «Медицинские науки»*. – 2007. – № 4. – С. 44–50.
34. Семенова Е.Ф. Некоторые результаты биотехнологии ароматических продуктов / Е.Ф. Семенова, Н.И. Богданов // *Сб. трудов «Инновационные технологии и продукты»*. Новосибирск, 2000. – Вып. 4. – С. 9–13.
35. Семенова Е.Ф. Некоторые итоги поиска биотехнологически перспективных ароматообразующих культур / Е.Ф. Семенова, П.С. Бугорский // *Труды / ВНИИ эфиромасличных культур. Симферополь*. – 1989. – Т. 20. – С. 14–16.
36. Семенова Е.Ф. К вопросу утилизации отходов эфиромасличного производства / Е.Ф. Семенова, П.С. Бугорский // *Труды / ВНИИ эфиромасличных культур. Симферополь*. – 1990. – Т. 21. – С. 179–183.
37. Семенова Е.Ф. Фармацевтический словарь-справочник по биотехнологии / Е.Ф. Семенова, Е.Н. Гаврилова, Е.В. Преснякова. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2014. – 190 с.
38. Семенова Е.Ф. Культурально-морфологические и физиолого-биохимические свойства видов рода *Eremothecium* / Е.Ф. Семенова, А.И. Шпичка, И.Я. Моисеева // *Фундаментальные науки*. – 2011. – № 6. – С. 210–214.
39. Семенова Е.Ф. Фармбиотехнологическая характеристика *Eremothecium* – продуцента рибофлавина и эфирного масла / Е.Ф. Семенова, А.И. Шпичка // *Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сб. науч. тр. / под ред. М. В. Гаврилина*. – Пятигорск: Пятигорская ГФА. – 2012. – Вып. 67. – С. 368–372.

40. Среодообразующие фитотехнологии 21 века / В.А. Быков, А.А. Жученко, А.М. Рабинович, Н.В. Четчинна // Нетрадиционные сельскохозяйственные, лекарственные и декоративные растения. – 2003. – № 1. – С. 74–87.
41. Справочник технолога эфирномасличного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 184 с.
42. Технология натуральных эфирных масел и синтетических душистых веществ / И.И. Сидорова, Н.А. Турышева, Л.П. Фалева, Е.И. Ясюкевич – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 368 с.
43. Шпичка А.И. Сравнительная характеристика микроорганизмов, синтезирующих de novo летучие душистые вещества / А.И. Шпичка, Е.Ф. Семенова // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8 (часть 5). – С. 1113–1124.
44. Шпичка А.И. Современное состояние и перспективы развития биотехнологии на основе эрмотеция – продуцента рибофлавина и эфирного масла / А.И. Шпичка, Е.Ф. Семенова // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 11. – С. 87–98.
45. Шпичка А.И. Характеристика ароматических продуктов Eremothecium и перспективы их использования / А.И. Шпичка, Е.Ф. Семенова // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». – 2014. – № 2. – С. 103–106.
46. Энциклопедический словарь лекарственных растений и продуктов животного происхождения / Под ред. Г.П. Яковлева и К.Ф. Блиновой. – СПб: СпецЛит, Издательство СПбХФА, 2002. – 407 с.
47. An overview of the global flavours and fragrances market // IAL Consultants. – 2014. – 4 p.
48. Baydar N.G. Phenolic compounds, antiradical activity and antioxidant capacity of oil-bearing rose (*Rosa damascena* Mill.) extracts / N. G. Baydar, H. Baydar. // *Industrial Crops and Products*. – 2013. – V. 41. – P. 375–380.
49. Biotechnological production of bioflavors and functional sugars/ J.L. Bicas, J.C. Silva, A.P. Dionisio, G.M. Pastore // *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*. – 2010. – V. 30, № 1. – P. 7–18.
50. Biotechnological production of 2-phenylethanol / M.M.W. Etschmann, W. Bluemke, D. Sell, J. Schrader // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* – 2002. – V. 59. – P. 1–8.
51. Bomgardner M.M. The sweet smell of microbes // *Chemical & Engineering News*. – 2012. – V.90, №29. – P. 25–29.
52. Christen P. Producción de aromas por fermentación en medio sólido // *Tópicos de investigación posgrado*. – 1995. – V. IV (2). – P. 102–109.
53. De novo biosynthesis of vanillin in fission yeast and baker's yeast / E.H. Hansen, B. Lindberg Moller, G.R. Kock, C.M. Buenner, C. Kristensen, O.R. Jensen, F.T. Okkels, C.E. Olsen, M.S. Motawia, J. Hansen // *Applied and Environmental Microbiology*. – 2009. – V. 75, № 9. – P. 2765–2774.
54. De novo synthesis of monoterpenes by *Saccharomyces cerevisiae* wine yeasts / F. M. Carrau, K. Medina, E. Boido, L. Farina, C. Caggero, E. Dellacassa, G. Versini, P.A. Henschke // *FEMS Microbiology Letters*. – 2005. – V. 243. – P. 107–115.
55. Erdogan G. Turkey rose oil production and marketing: a review on problem and opportunities // *Journal of Applied Sciences*. – 2005. – V. 5, № 10. – P. 1871–1875.
56. Flavor-active wine yeast / A.G. Gordente, C.D. Curtin, C. Varela, I.S. Pretorius // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* – 2012. – P. 1–18.
57. Flavor and fragrance industry leaders 2011-2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.leffingwell.com/top_10.htm (дата обращения: 24.08.16).
58. GB/T 22443-2008 Rose oil. – 13 p.
59. Haeusler A. Microbial production of natural flavors / A. Haeusler, T. Muench // *ASM News*. – 1998. – V. 63, № 10. – P. 551–559.
60. Industrial biotechnology: sustainable growth and economic success / Ed. by Soetaert W., Vandamme E.J. // *Wiley-VCH*, 2010. – 523 p.
61. ISO 9842:2003 Rose oil. – 15 p.
62. ITC Trade Map [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.trademap.org/Index.aspx> (дата обращения: 24.08.16).
63. Jianping J. Identification of volatile compounds produced by *Kluyveromyces lactis* // *Biotechnology techniques*. – 1993. – V. 7, № 12. – P. 863–866.
64. Kambourova R. Volatile substances of the green alga *Scenedesmus incrasatulus* / R. Kambourova, V. Bankova, G. Petkov // *Z. Naturforsch.* – 2003. – V. 53. – P. 187–190.
65. Klein-Marcuschamer D. Engineering microbial cell factories for biosynthesis of isoprenoids / D. Klein-Marcuschamer, P.K. Ajikumar, G. Stephanopoulos // *TRENDS in Biotechnology*. – 2007. – V. 25, № 9. – P. 417–424.
66. Krings U. Biotechnological production of flavours and fragrances / U. Krings, R.G. Berger // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* – 1998. – V. 49. – P. 1–8.
67. Kurtzman C.P. Relationships among the genera *Ashbya*, *Eremothecium*, *Holleya* and *Nematospora* determined from rDNA sequence divergence // *Journal of Industrial Microbiology*. – 1995. – V. 14. – P. 523–530.
68. Lichens as a source of versatile bioactive compounds / T. Mitrović, S. Stamenković, V. Cvetković, M. Nikolić, S. Tošić, D. Stojičić // *Biologica Nyssana*. – 2011. – V. 2, № 1. – P. 1–6.
69. Longo M.A. Production of food aroma compounds: microbial and enzymatic methodologies / M.A. Longo, M.A. Sanroman // *Food Technol. Biotechnol.* – 2006. – V. 44, № 3. – P. 335–353.
70. Omeliansky V.L. Aroma-producing microorganisms // *J. Bacteriol.* – 1923. – V. 8. – P. 393–419.
71. Production of flavours by microorganisms / L. Janssens, H.L. De Pooter, N.M. Schamp, E.J. Vandamme // *Process Biochemistry*. – 1992. – V. 27. – P. 195–215.
72. Production and recovery of aroma compounds produced by solid-state fermentation using different absorbents / A. B.P. Medeiros, A. Pandey, L. P.S. Vandenberghe, G.M. Pastore, C.R. Soccol // *Food Technol. Biotechnol.* – 2006. – V. 44, № 1. – P. 47–51.
73. Production d'aromes de type lactone par des levures / M. Alchihab, J. Destain, M. Aguedo, P. Thonart // *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* – 2010. – V. 14, № 4. – P. 681–691.
74. Production of essential oils and flavours in plant cell and tissue cultures. A review / Th. Mulder-Krieger, R. Verpoorte, A. Baerheim, Svendsen, J.J.C. Scheffer // *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. – 1988. – V. 13. – P. 85–154.
75. Schindler J. Fragrance or aroma chemicals. Microbial synthesis and enzymatic transformation – a review / J. Schindler, R.D. Schmid // *Process Biochem.* – 1982. – V. 17. – P. 2–8.
76. Schwab W. Biosynthesis of plant-derived flavor compounds / W. Schwab, R. Davidovich-Rikanati, E. Lewinsohn // *The Plant Journal*. – 2008. – V. 54. – P. 712–732.
77. Semenova E.F. Influence of conditions of inoculating material preparation on accumulation of aroma building substances in culture of *Eremothecium ashbyi* Guill. / E.F. Semenova, V.S. Rodov, A.I. Shpichka // *International journal of applied and fundamental research*. – 2011. – № 6. – P. 87.
78. Semenova E.F. Some pharmbiotechnological characteristics of *Eremothecium*, producer of riboflavin and essential oil / E.F. Semenova, A.I. Shpichka // *International journal of applied and fundamental research*. – 2012. – № 1. – P. 170–172.
79. Semenova E.F. About explanation of elaboration of essential *Eremothecium* oil biotechnology / E.F. Semenova, A.I. Shpichka, I.Ya. Moiseeva // *International journal of experimental education*. – 2012. – № 3. – P. 35–36.
80. Semenova E.F. About essential oils biotechnology on the base of microbial synthesis / E.F. Semenova, A.I. Shpichka, I.Ya. Moiseeva // *European Journal Of Natural History*. – 2012. – № 4. – P. 29–31.
81. Terpenoids: opportunities for biosynthesis of natural product drug using engineered microorganisms / P.K. Ajikumar, K. Tyo, S. Carlsen, O. Mucha, T.H. Phon, G. Stephanopoulos // *Molecular Pharmaceutics*. – 2008. – V. 5, № 2. – P. 167–190.
82. The Global Market for Flavors and Fragrances // *BBC Research*. – 2006. – 160 p.
83. Using microbial systems in order to obtain fermentation flavorings / M. Iordan, E. Barascu, A. Stoica, E. C. Popescu // *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*. – 2009. – V. 15, № 1. – P. 34–40.
84. Vandamme E.J. Bioflavours and fragrances via fungi and their enzymes // *Fungal Diversity*. – 2003. – V. 13. – P. 153–166.