

Пигменты микроскопических грибов и их использование в биотехнологии

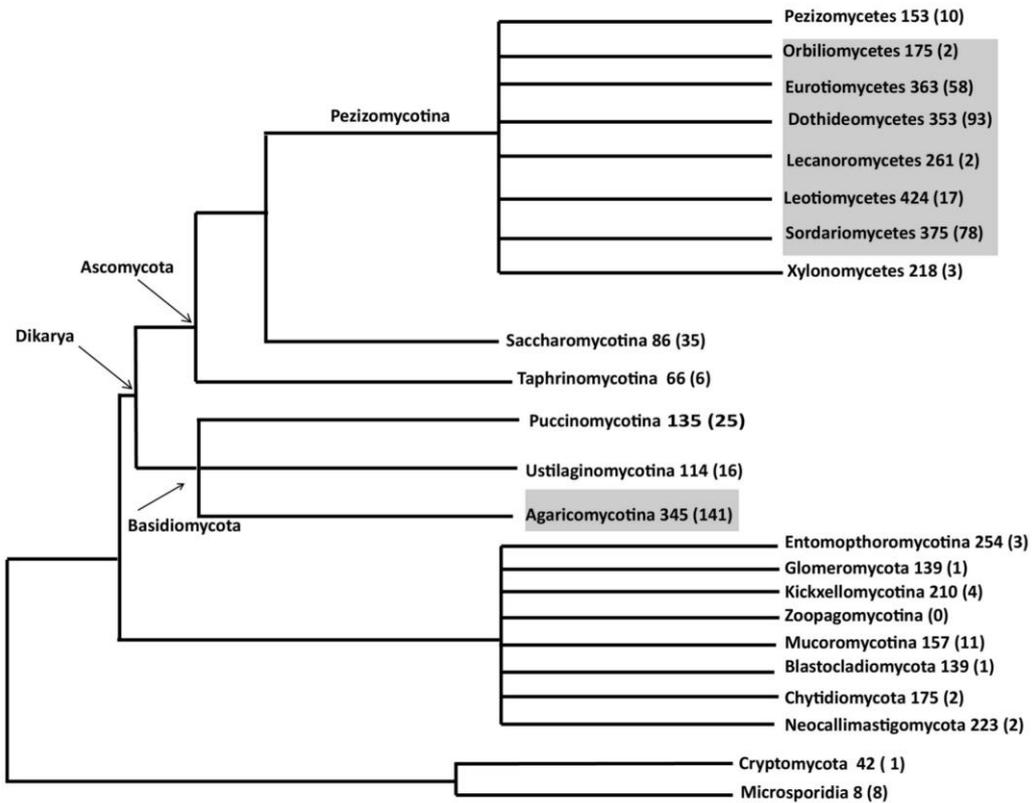
Ночевнова К.Д.

2023



Микромицеты

– это грибы, имеющие маленькие (микроскопические) плодовые тела или не имеющие их вовсе. Микрогрибы представляют собой слабо определенную полифилетическую группу грибов и грибоподобных организмов, отличающуюся от макрогрибов только отсутствием заметного плодового тела.



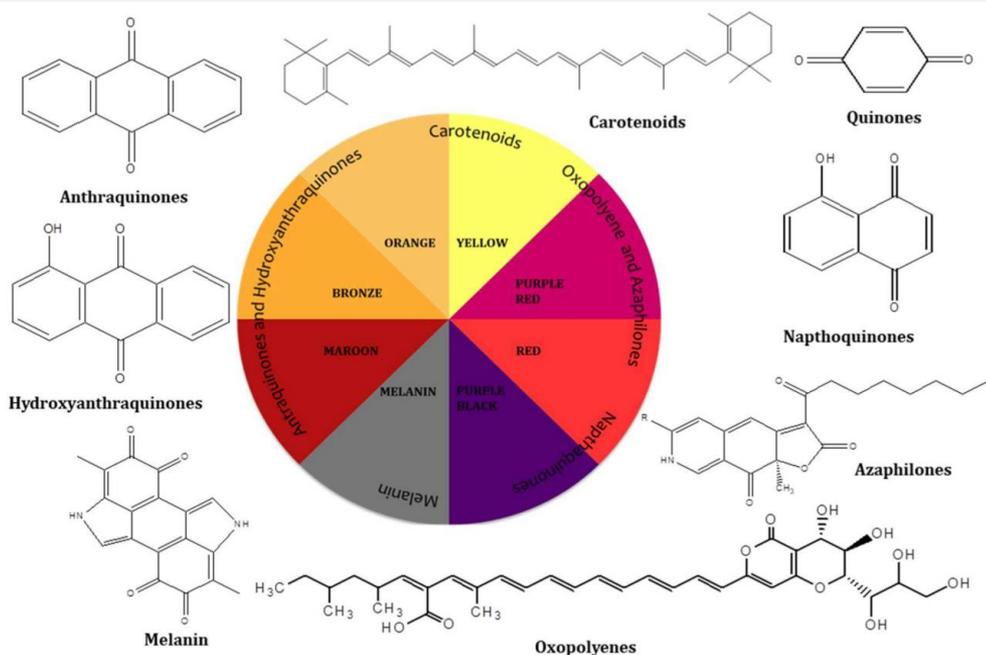
Упрощенное
филогенетическое
дерево отделов и
классов грибов
(Bills, Gloer, 2016).

Цель работы — проанализировать актуальные данные о разнообразии пигментов микроскопических грибов, а также о возможностях их использования в биотехнологическом производстве.

Задачи:

- 1) рассмотреть актуальные работы, раскрывающие разнообразие пигментов микроскопических грибов;
- 2) сделать выводы о значимости этих пигментов в биотехнологии, обращая особое внимание на потенциал их использования в приложении к современным пищевым производствам и медицине;
- 3) обозначить важность исследований грибных пигментов для человека и для природных систем и возможности развития данного направления в науке.

Основные типы пигментов микромицетов



- каротиноиды,
- меланины,
- поликетиды,
- азафилонны
- рибофлавины и т.д.

Основные представители:
Aspergillus, *Penicillium*,
Raecilomyces и *Monascus*

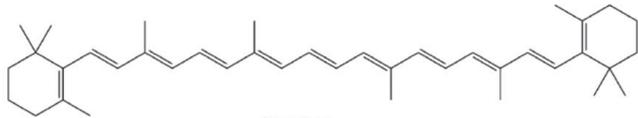
Оттенки цветов, получаемые разными классами пигментов (Kalra et al., 2020)

Каротиноиды

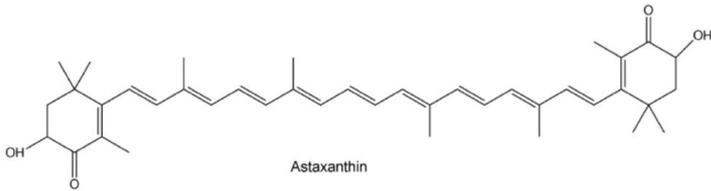
- более 600 представителей
- ксантофиллы и каротины
- α - и β -каротины, криптоксантин, лютеин, ликопин, виолаксантин, неоксантин, зеаксантин и кантаксантин
- *Aspergillus giganteus*, *Fusarium sporotrichioides*, *Neurospora intermedia*
- желтая-оранжевая-красная окраска



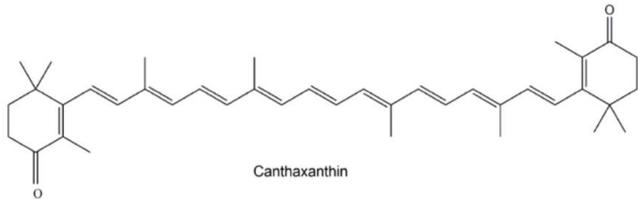
Lycopene



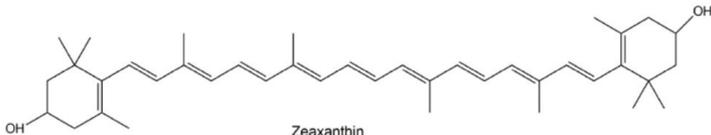
β -carotene



Astaxanthin



Canthaxanthin

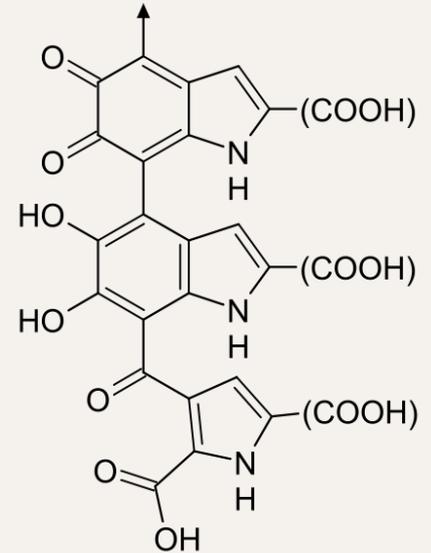


Zeaxanthin

Основные типы каротиноидов: ликопин, β -каротин, астаксантин, кантаксантин и зеаксантин соответственно (Lin, Xu, 2020)

Меланины

- эумеланины, феомеланины и алломеланины
- *Aspergillus fumigatus*, *Botrytis cinerea*, *Cryptococcus neoformans*
- темно-зеленый, коричневый или черный цвет
- для гриба: мимикрия, защита от UV, окислительных стрессов, пересыхания
- для человека: применение в косметической отрасли и медицине

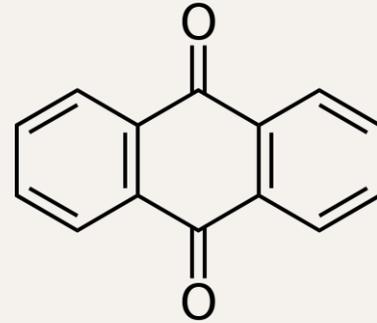


Структурная формула эумеланина

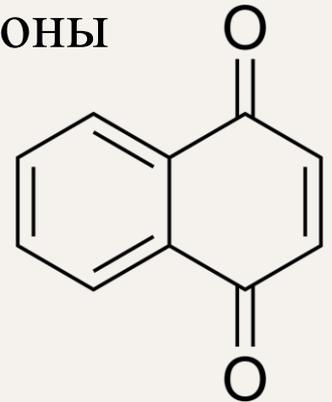
Поликетиды

- вырабатываются *Neurospora* и *Monascus*
- антрахиноны (включая гидроксидантрахиноны) и нафтохиноны
- антрахиноны:
 - желтая/оранжевая/коричневая окраска
 - в производстве красителей для текстильной и целлюлозно-бумажной промышленности, в фармацевтике
- нафтохиноны:
 - фармакологическое действие против бактериальных, грибных, вирусных возбудителей

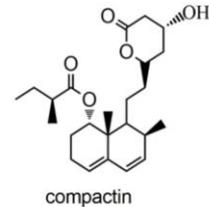
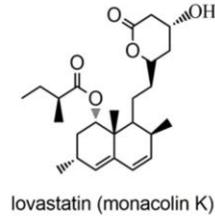
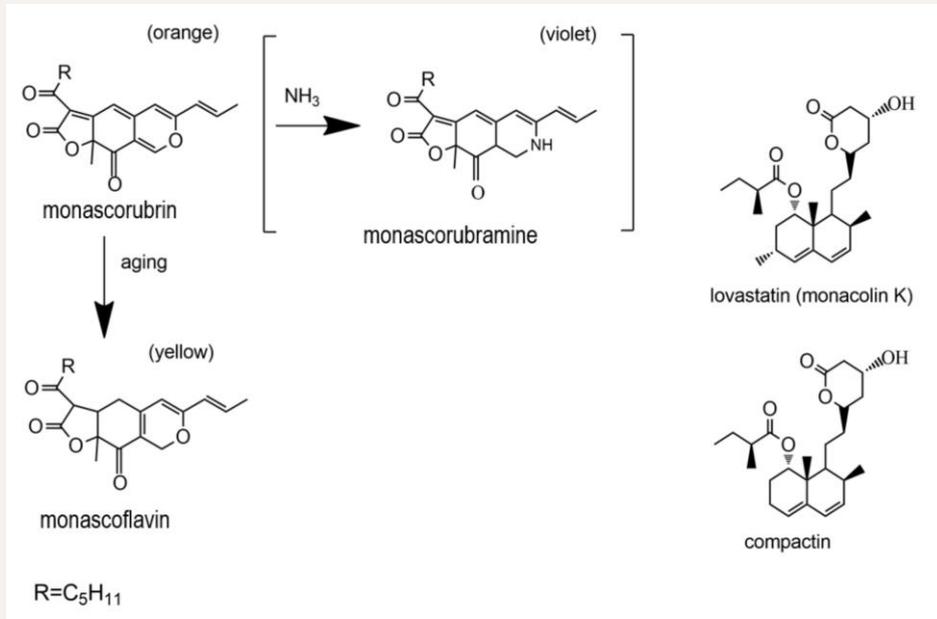
Антрахиноны



Нафтохиноны



Азафилоны

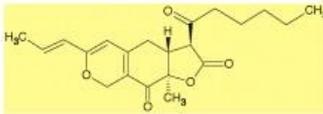


- производные поликетидов
- вырабатываются *Aspergillus*, *Penicillium*, *Chaetomium*, *Talaromyces*, *Monascus* и т.д.
- основные пигменты монасцин, анкафлавин и монаколин К
- желтый/красный/зеленый

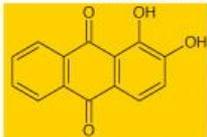
Азафилоновые пигменты, полученные из дрожжей *Monascus*, по часовой стрелке: монаскорубрин, монаскорубрамин, монаколин К, компактин, монаскофлавин (Lin, Xu, 2020)



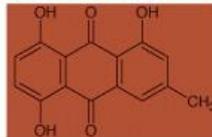
Monascorubrin (orange); *Monascus* and *Penicillium* species



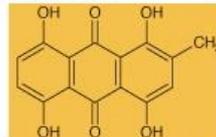
Monascin (yellow); *Monascus* and *Penicillium* species



Alizarin (orange); unknown

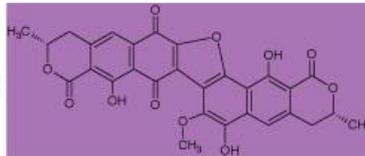


Helminthosporin (maroon); *Curvularia* species

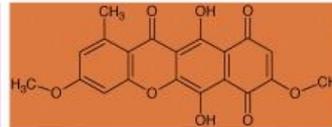


Cynodontin (bronze); *Curvularia* species

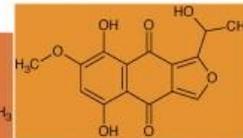
NAPHTHOQUINONES



Viopurpurin (purple-black); *Aspergillus* species

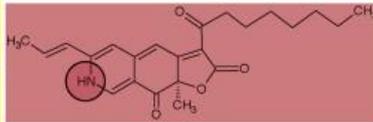


Bikaverin (red); *Fusarium* species

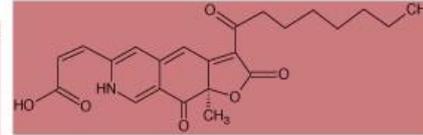


Nectria furone (yellow-brown); *Fusarium* species

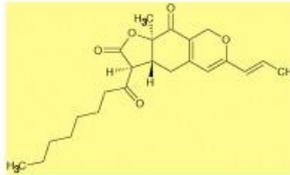
AZAPHILONES



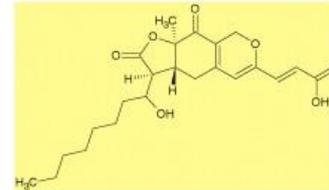
Monascorubramine (purple-red); *Monascus* and *Penicillium* species



12-Carboxyl-monascorubramine or PP-V (purple-red); *Monascus* and *Penicillium* species

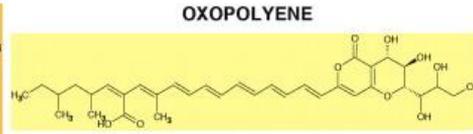


Ankaflavin (yellow); *Monascus* and *Penicillium* species



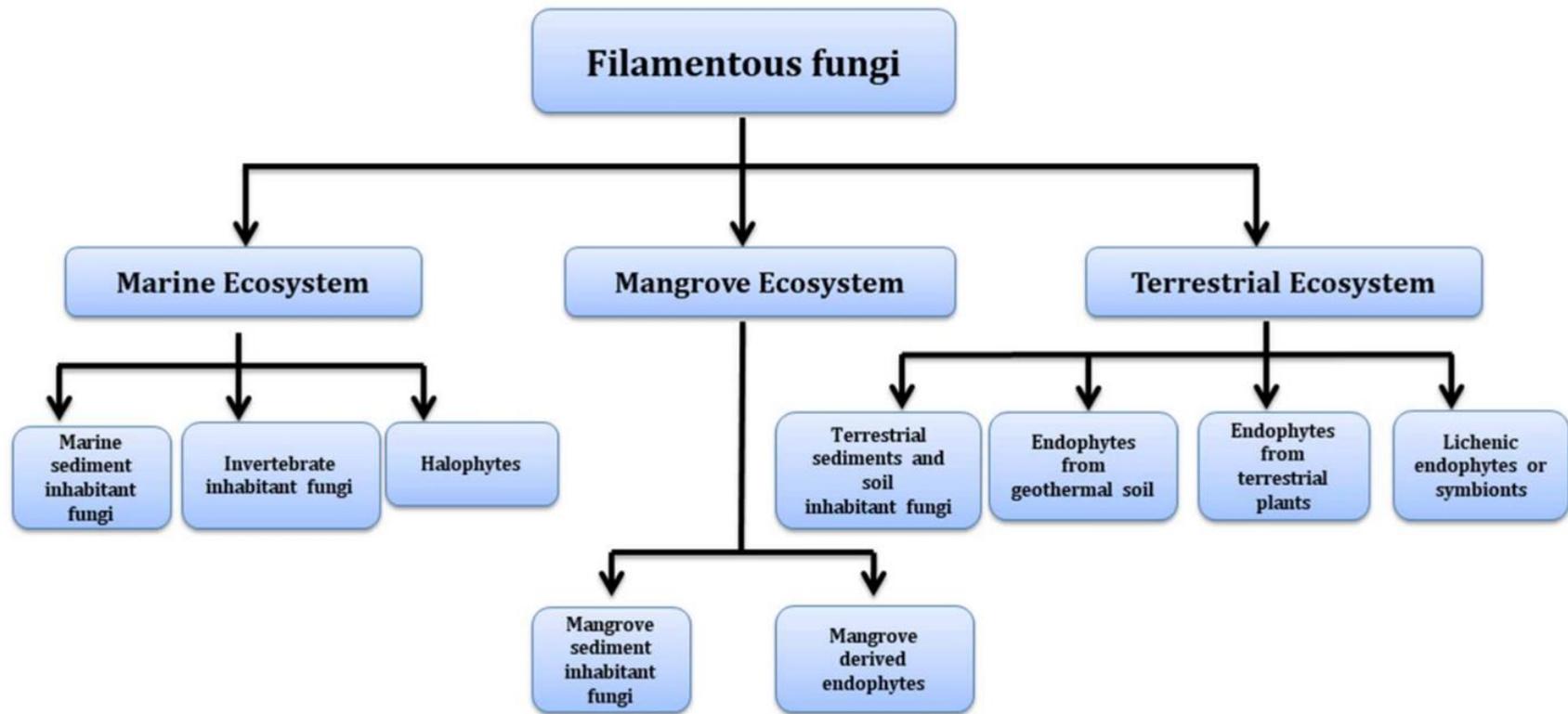
Sequoiamonascin C (yellow); *Monascus* and *Penicillium* species

ANTHRAQUINONES and HYDROXYANTHRAQUINONES



Orevactaene (yellow); *Epicoccum nigrum*

ИСТОЧНИКИ
ПОЛУЧЕНИЯ
ПИГМЕНТОВ



Различные экологические ниши, являющиеся источниками грибов, продуцирующих пигменты (Kalra et al., 2020).

ОПТИМИЗАЦИЯ
ПРОИЗВОДСТВА
ПИГМЕНТОВ

Микромицет	Пигмент	Цвет	Статус
<i>Monascus spp.</i>	Анкафлавин	Желтый	В производстве
<i>Monascus spp.</i>	Рубропунктатин	Оранжевый	В производстве
<i>Ashbya gossip</i>	Рибофлавин	Желтый	В производстве
<i>Cordyceps unilateralis</i>	Нафтохинон	Тёмно-красный	В производстве
<i>Monascus spp.</i>	Монаскорубрамин	Красный	В производстве
<i>Penicillium oxalicum</i>	Антрахинон	Красный	В производстве
<i>Blakeslea trispora</i>	Ликопин	Красный	На стадии разработки
<i>Blakeslea trispora</i>	β-каротин	Оранжево-желтый	В производстве
<i>Mucor circinelloides</i>	β-каротин	Оранжево-желтый	На стадии разработки

Статусы различных грибных пигментов: используемые в производстве или на стадии разработки (Tuli et al., 2015; Venil et al., 2013; Ahmad et al., 2012).

ПЕРСПЕКТИВЫ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате анализа литературы мы получили всеобъемлющую картину данных, касаемых разнообразия и функций пигментов микромицетов. Факт наличия у микромицетов большого набора самых различных пигментов делает их незаменимым объектом в почти всех сферах жизни: в роли пищевых и бытовых красителей, антимикробных и антиоксидантных средств, цитотоксинов, препаратов от опухолей и раковых образований, средств в косметической и текстильной индустриях. Невозможно недооценить значимость исследований пигментов микроскопических грибов. С каждым годом мы узнаем о них всё больше, в частности благодаря разработке новых биотехнологических подходов к их исследованию.

Благодарности

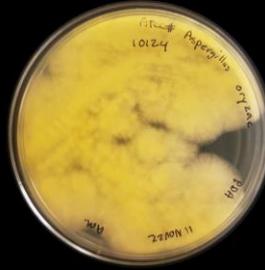
Я благодарю моего научного руководителя, Александрову Алину Витальевну, за неоценимую помощь в создании этой работы. Также я благодарю Соловченко Алексея Евгеньевича, выступившего рецензентом моей работы.



Aspergillus awamori
ATCC 22342



Aspergillus oryzae
ATCC 1011



Aspergillus oryzae
ATCC 10124



Aspergillus westerdijkiae
ATCC 22947



Epicoccum nigrum
ATCC 10999



Neurospora crassa
ATCC 10815



Penicillium brevicompactum
ATCC 9056



Talaromyces ruber
ATCC 10520



Talaromyces ruber
ATCC 44445



Xanthophyllomyces dendrorhous
ATCC 24230