

УДК 632.937:634.8

DOI 10.30679/2219-5335-2021-3-69-240-256

**К ИЗУЧЕНИЮ КУЛЬТУРАЛЬНЫХ  
СВОЙСТВ ГРИБОВ РОДА  
*ALTERNARIA* NEES,  
АССОЦИИРОВАННЫХ  
С ВИНОГРАДОМ\***

Буровинская Маргарита Владимировна  
младший научный сотрудник  
лаборатории биотехнологического  
контроля фитопатогенов и фитофагов

Юрченко Евгения Георгиевна  
канд. с.-х. наук  
зав. научным центром  
защиты и биотехнологии растений

*Федеральное государственное  
бюджетное научное учреждение  
«Северо-Кавказский федеральный  
научный центр садоводства,  
виноградарства, виноделия»,  
Краснодар, Россия*

Растущее экономическое значение  
альтернариевых грибов  
для сельскохозяйственного растениеводства  
с каждым годом все больше активизирует  
исследования в биологии, экологии,  
систематике этих микромицетов. За счет  
снижения фотосинтетического потенциала  
патогенные виды рода *Alternaria*  
на вегетирующих растениях вызывают  
медленное разрушение тканей хозяина.  
В качестве возбудителей альтернариозов  
различных сельскохозяйственных культур  
упоминаются мелкоспоровые виды: *A. alternata*

UDC 632.937:634.8

DOI 10.30679/2219-5335-2021-3-69-240-256

**TO STUDY THE CULTURAL  
PROPERTIES  
OF FUNGI OF THE GENUS  
*ALTERNARIA* NEES,  
ASSOCIATES WITH GRAPES\***

Burovinskaya Margarita Vladimirovna  
Junior Research Associate  
of Laboratory of Biotechnological Control  
of Phytopathogens and Phytophages

Yurchenko Evgenia Georgievna  
Cand. Agr. Sci.  
Head of SC Protection  
and Biotechnology of Plant

*Federal State  
Budget Scientific Institution  
«North Caucasian Federal  
Scientific Center of Horticulture,  
Viticulture, Wine-making»,  
Krasnodar, Russia*

The growing economic importance  
of alternaria fungi for agricultural crop  
production every year more and more  
activates research in the biology, ecology,  
and systematics of these micromycetes.  
By reducing the photosynthetic potential,  
pathogenic species of the genus *Alternaria*  
on vegetating plants cause slow  
destruction of host tissues. Small-spore  
species are mentioned as pathogens  
of alternarioses of various agricultural  
crops: *A. alternata* (Fries) Keissler,  
*A. tenuissima* & T. Nees: Fr.), *A. infectoria*

---

\* Работа выполнена при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках проекта № МФИ-20.1-9/20.

\* The study was carried out with financially supported of the Kuban Science Foundation within the framework of the scientific project № МФИ – 20.1/92.

(Fries) Keissler, *A. tenuissima* & T. Nees: Fr.), *A. infectoria* и *A. avenicola* в изучении культур микромицетов и подборе оптимальных питательных сред *in vitro*. Для альтернариевых грибов такой скрининг можно осуществлять по критерию выхода биомассы гриба (г/100 мл среды). По мнению одних исследователей, наиболее благоприятным для этих целей являются картофельно-глюкозная и среда Чапека. Так как важным диагностическим признаком *Alternaria* является строение конидий, габитус и структура паттернов, по мнению других исследователей, слишком питательные среды не следует использовать для культивирования этих грибов, так как происходит подавление развития конидий. Например, Simmons (2007) рекомендует картофельно-морковный агар и агаризованную среду V8.

Для культивирования грибов из патоконплекса некротической листовой пятнистости винограда рода *Alternaria* оптимальной питательной средой установлен картофельно-морковный агар (КМА). На этой среде отмечается достаточное, но не слишком обильное спороношение и умеренное развитие вегетативного мицелия. КМА также является оптимальным субстратом для установления разнообразия культуральных признаков штаммов внутри вида для возможного разграничения по штаммовому признаку, что имеет значение для проведения дальнейших популяционных исследований.

**Ключевые слова:** ПАТОКОМПЛЕКС, НЕКРОТИЧЕСКАЯ ЛИСТОВАЯ ПЯТНИСТОСТЬ, ГРИБЫ РОДА *ALTERNARIA*, ПИТАТЕЛЬНАЯ СРЕДА, МОРФОЛОГО-КУЛЬТУРАЛЬНЫЕ ПРИЗНАКИ, ГАБИТУС СПОРОНОШЕНИЯ

and *A. avenicola* in the study of micromycete cultures and the selection of optimal nutrient media *in vitro*. For alternaria fungi, such screening can be carried out according to the criterion of the yield of the fungus biomass (g/100 ml of medium). According to some researchers, the most favorable for these purposes are the potato-glucose and Chapek environment. Since an important diagnostic feature of *Alternaria* is the structure of conidia, habitus and pattern structure, according to other researchers, too nutritious media should not be used for the cultivation of these fungi, as there is a suppression of the development of conidia. For example, Simmons (2007) recommends potato-carrot agar and agar medium V8. For the cultivation of fungi from the pathocomplex of necrotic leaf spot of grapes of the genus *Alternaria*, the optimal nutrient medium is potato-carrot agar (CMA). On this medium, there is sufficient, but not too abundant sporulation and moderate development of vegetative mycelium. CMA is also an optimal substrate for establishing the diversity of cultural traits of strains within a species for possible differentiation by strain trait, which is important for further population studies.

**Key words:** PATHOCOMPLEX, NECROTIC LEAF SPOT, FUNGI OF THE GENUS *ALTERNARIA*, NUTRIENT MEDIUM, MORPHOLOGICAL AND CULTURAL CHARACTERISTICS, SPORE-BEARING HABIT

**Введение.** Глобальные климатические изменения, отмечаемые в последние годы во всем мире [1, 2], отражаются на погодно-климатических условиях

основного виноградарского региона России – Краснодарского края, где фиксируются изменения в гидрологическом и температурном режимах, режиме циркуляции воздушных масс в атмосфере, значительно участились всевозможные погодные аномалии – ветровые нагрузки, а также волны тепла/холода.

Как отмечают многие исследователи, погодные стрессы ослабляют растение, снижая его устойчивость к болезням [3, 4]. Анализ научной литературы показывает рост сообщений об обнаружении новых грибных заболеваний на различных растениях в мире, которые связывают с изменением средовых условий произрастания сельскохозяйственных культур [5-12].

В последние 2-3 года наблюдается всплеск информации о появлении новых вредоносных видов гемибиотрофных микопатогенов растений из родов *Alternaria* Nees, 1817; *Fusarium*, Link, 1809; *Colletotrichum*, Corda, 1831 и некоторых других [6-12]. Поражение листьев растений некротическими пятнистостями в основном связывают с различными видами альтернариевых грибов. *Alternaria* Nees (царство *Fungi*, подкласс *Eumycotera*, филум *Fungi Imperfecti*, класс *Hyphomycetes*, порядок *Moniliales*, семейство *Dematiaceae*) [13] – космополитический грибной род, который состоит из множества сапротрофных и патогенных видов. На основании филогенетических и морфологических исследований род в настоящее время разделен на 26 разделов [14].

Патогенные виды рода *Alternaria* на вегетирующих растениях вызывают медленное разрушение тканей хозяина за счет снижения фотосинтетического потенциала. Инфекция приводит к образованию некротических поражений на листьях в виде пятен, представляющих собой реакцию сверхчувствительности тканей растения в ответ на вторжение патогена [15]. Растущее экономическое значение альтернариевых грибов для сельскохозяйственного растениеводства с каждым годом все больше активизирует исследования в биологии, экологии, систематике этих микромицетов. Имеется достаточно много сообщений об

альтернариозах различных культур, у которых в качестве возбудителей упоминаются мелкоспоровые виды: *A. alternata* (Fries) Keissler [16, 17], *A. tenuissima* (Nees & T. Nees: Fr.) [18, 19], *A. infectoria* и *A. avenicola* [20]. *A. alternata* представлен как наиболее часто встречающийся, повсеместно распространенный вид рода, в то время как некоторые авторы указывают на наличие специализированных форм внутри этого вида [21-24]. Первые описания видовых групп *A. alternata*, *A. tenuissima*, *A. cheiranthi* и *A. brassicicola*, основанные на паттернах спорообразования, были сделаны Симмонсом (1995) [25].

В зависимости от поставленных целей существуют различные подходы к изучению культур микромицетов и подборе оптимальных питательных сред *in vitro*. Для альтернариевых грибов такой скрининг можно осуществлять по критерию выхода биомассы гриба (г/100 мл среды) [26].

Некоторые исследователи утверждают, что интерес представляют среды, на которых удастся получить большую биомассу, так как важным диагностическим признаком *Alternaria* является строение конидий, габитус и структура паттернов, – из агаризованных сред по критерию наибольшего выхода биомассы выделены картофельно-глюкозная и Чапека [27, 28]. Есть мнение, что для определения видовой принадлежности альтернариевых грибов следует избегать сложных или чрезмерно питательных сред; показано, что, наиболее оптимальными для образования конидий и паттернов споруляции патогенных штаммов является картофельно-морковный агар и агаризованная среда V-8 [29, 30]. Для дифференциации близких видов по культуральным признакам были осуществлены попытки подобрать селективные питательные среды [16, 26, 29].

Активно ведущиеся в настоящее время молекулярно-генетические исследования показали, что виды *Alternaria* группируются в несколько различных клад, ныне называемых секциями [30-34] и хотя появляются сведения

о том, что новые полученные таксоны не всегда коррелируют с видовыми группами, выделенными на основе морфологических характеристик [16], тем не менее изучение видов необходимо начинать именно с описания их морфолого-культуральных свойств, так как они могут быть важным дополнением к диагностике вида, более адекватному пониманию микроэволюционных процессов в популяциях и т.д.

**Объекты и методы исследований.** Объектами исследований являлись чистые культуры штаммов *A. alternata* 203-7 и *A. tenuissima* 198-1-1 из патокомплекса возбудителей некротической листовой пятнистости винограда. Биообразцы листьев винограда с признаками поражения отбирали из промышленных насаждений Темрюкского района. Всего было выделено 60 изолятов *Alternaria*, из них выбрали два (предположительно патогенных) для исследования морфолого-культуральных особенностей на различных питательных средах.

Выделение в чистые культуры грибов *Alternaria* проводили по стандартным микробиологическим методикам [35-37]. Листья предварительно стерилизовали раствором гипохлорита натрия, затем дважды промывали стерильной водой. После закладки чашки Петри и влажные камеры выдерживали при 20-25 °С. Анализ спороношения проводили с использованием бинокля раз в сутки до появления обильного спороношения возбудителя болезни. Затем во влажной камере брали иглой часть проросшего мицелия и переносили его на твердую питательную среду (КСА). После появления колоний гриба выделяли моноспоровые изоляты переносом одной споры или цепочки конидий ручной иглой под микроскопическим контролем. Идентификацию видов проводили, используя определители по морфологическим признакам [29, 36].

Параметры роста и ростового коэффициента штаммов *Alternaria* на разных питательных средах определяли согласно методике А.С. Бухало (1988)

[38]. Данная методика позволяет учесть несколько характеристик роста культур и способствует получению более адекватных данных. Учёт роста диаметра колонии, высоты мицелия и плотности колонии проводили на 7-е сутки.

Ростовой коэффициент рассчитывали по формуле:

$$PK = D \cdot h \cdot g / t,$$

где D – диаметр колонии, мм; h – высота мицелия, мм;  
g – плотность колонии, балл; t – возраст колонии, сутки.

Радиальную скорость роста колоний вычисляли по формуле [39]. На основании анализа литературы для исследований были выбраны следующие среды: картофельный агар (КА), картофельный агар с добавлением лимонной кислоты, картофельно-мокрый, овсяный, кукурузный, томатный, картофельный агар с экстрактом корня валерианы, водный (голодный) агар.

**Обсуждение результатов.** Грибные культуры (изоляты) рода *Alternaria* были выделены из патоккомплекса некротической листовой пятнистости винограда сильно поражаемых сортов.

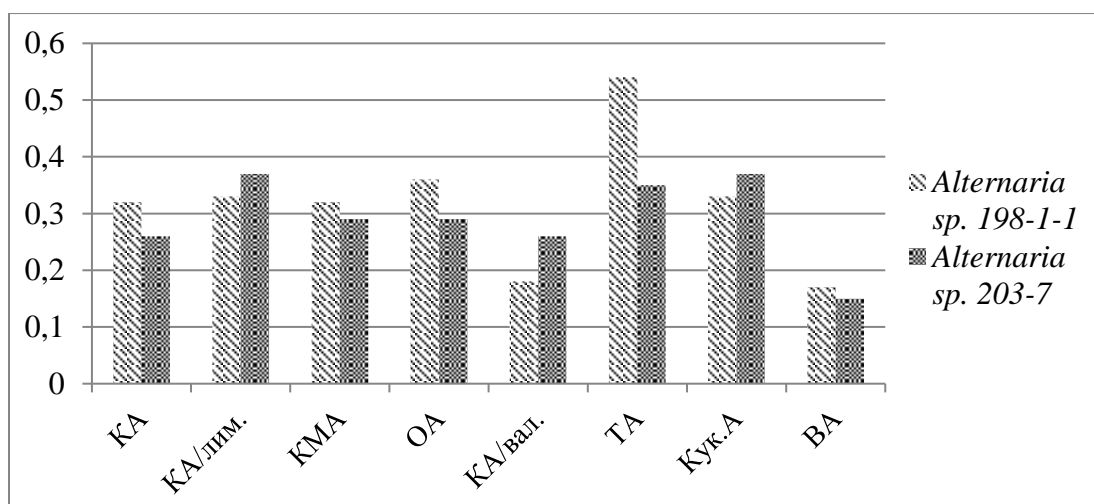
Установлено, что при культивировании на овсяном, томатном и кукурузном агарах исследуемые изоляты продуцировали наибольший объем биомассы (табл. 1).

На томатном и кукурузном агарах установлена и наибольшая скорость роста колоний тестируемых изолятов (рис. 1).

Однако на указанных средах спороношение было слабым. Сильное развитие вегетативного мицелия затрудняло изучение микроструктурных признаков изолятов (габитуса споруляции, расположение первичных конидиеносцев и др.).

Таблица 1 – Параметры влияния питательной среды на скорость роста изолятов *Alternaria*, выделенных из патокмплекса некротической листовой пятнистости на седьмые сутки культивирования

Питательная среда	Название изолята	Диаметр колонии(см)	Высота воздушного мицелия (см)	Ростовой коэффициент	Спороношение
КА	198-1-1	5,3±0,5	0,1	0,23	Обильное
	203-7	4,4±0,8	0,1	0,19	
КА/лим.	198-1-1	5,7±0,4	0,1	0,24	Обильное
	203-7	6,15±0,15	0,1	0,26	
КМА	198-1-1	5,4±0,2	0,1	0,23	Умеренное
	203-7	4,9±0,4	0,1	0,21	
ОА	198-1-1	6,05±0,05	0,15±0,25	0,86	Слабое
	203-7	4,8±0,5	0,2±0,2	0,55	
КА/вал.	198-1-1	3,0±0,3	0,1	0,04	Слабое
	203-7	4,4±0,4	0,1	0,06	
ТА	198-1-1	9,0±0,3	0,35±0,05	1,56	Слабое
	203-7	5,9±0,5	0,65±0,35	1,92	
Кук.А	198-1-1	5,5±0,5	0,2±0,1	0,31	Слабое
	203-7	6,2±0,3	0,2±0,1	0,35	
ВА	198-1-1	2,8±0,5	0,1	0,04	Слабое
	203-7	2,6±0,6	0,1	0,04	



Примечание: КА – картофельный агар; КА/лим. – картофельный агар с добавлением лимонной кислоты; КМА – картофельно-морковный агар; ОА – овсяный агар; КА/вал. – картофельный агар с экстрактом корня валерианы; ТА – томатный агар; Кук.А – кукурузный агар; ВА – водный агар.

Рис. 1. Скорость роста колоний грибов *Alternaria* sp. на различных питательных средах, мм/час

На картофельном агаре и КА с довавлением лимонной кислоты альтернариевые грибы образовывали умеренное количество вегетативного мицелия, однако интенсивное спороношение также вызывало некоторые трудности в определении видов по микроструктурным признакам (слишком большая вариативность). На картофельно-морковном агаре отмечено умеренное развитие вегетативного мицелия и менее обильное спороношение (рис. 2).

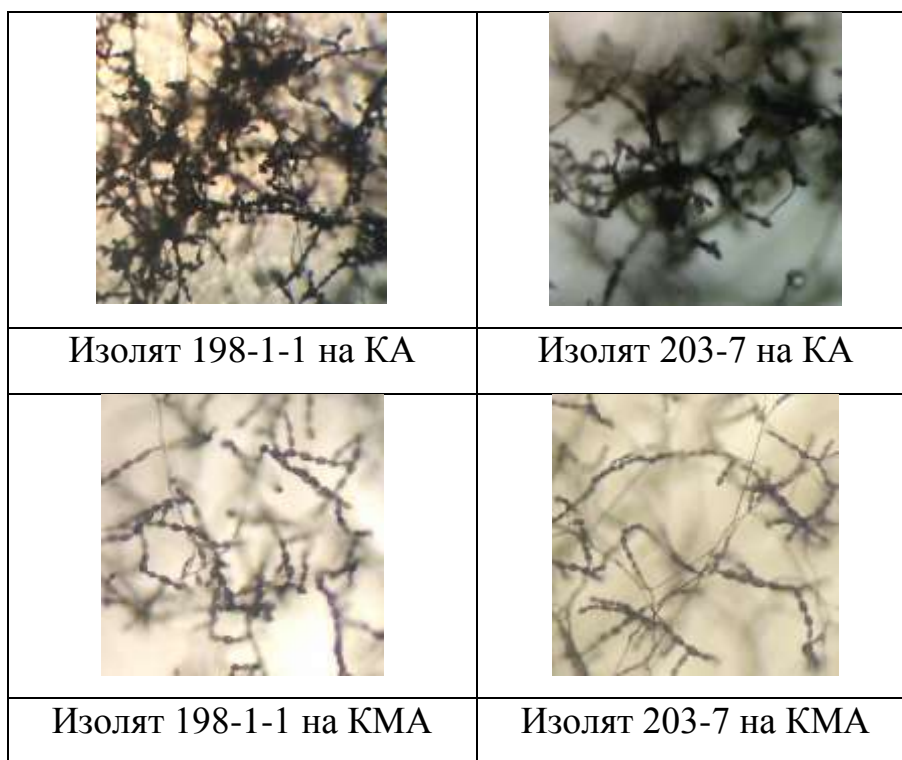


Рис. 2. Габитус споруляции *Alternaria* sp. на картофельном (КА), картофельно-морковном агаре (КМА)

Особенности трехмерной структуры паттернов спороношения признаются таксономически важным признаком для идентификации мелкоспоровых видов альтернариевых грибов [37]. Поэтому важно получить четко просматривающиеся цепочки конидий и достаточно выраженный характер ветвления.



Сравнительный анализ морфологических признаков и роста колоний на других агарах (водный, КА с экстрактом корня валерианы) показал, что развитие вегетативного мицелия и конидий было слабым, поэтому эти среды нельзя считать оптимальными для культивирования альтернариевых грибов (рис. 3).










		
Картофельный агар (КА)	КА с добавлением лимонной кислоты	Картофельно-морковный агар
		
Овсяной агар	Кукурузный агар	Томатный агар
		
Сенной агар	Голодный агар	КА с экстрактом валерианы

Рис. 3. Внешний вид колоний *Alternaria* sp. 198-1-1 на различных питательных средах на седьмые сутки культивирования

Таким образом, проведенный скрининг позволил выбрать в качестве наиболее оптимальной питательной среды для культивирования изолятов *Alternaria* картофельно-морковный агар (КМА). На КМА за счет небольшого количества питательных веществ наблюдается малое количество вегетативного мицелия и умеренное спорообразование.

На выбранной оптимальной питательной среде (КМА) по морфолого-культуральным признакам выделенные изоляты определили как *A. tenuissima* и *A. alternata*. Конидии изолятов *A. tenuissima*, выделенных с пораженных листьев сортов винограда Бианка и Августин, обратнобулавовидной формы, оливково-коричневого цвета, собранные в неветвящиеся цепочки, размером  $30-45 \times 11-13$  мкм. Габитус споруляции изолятов *A. alternata*, выделенных с листьев сортов винограда Левокумский, Бианка и Платовский, представляет собой многократно ветвящиеся цепочки яйцевидных или эллипсоидных конидий, размер которых  $25-30 \times 5-9$  мкм (рис. 4).

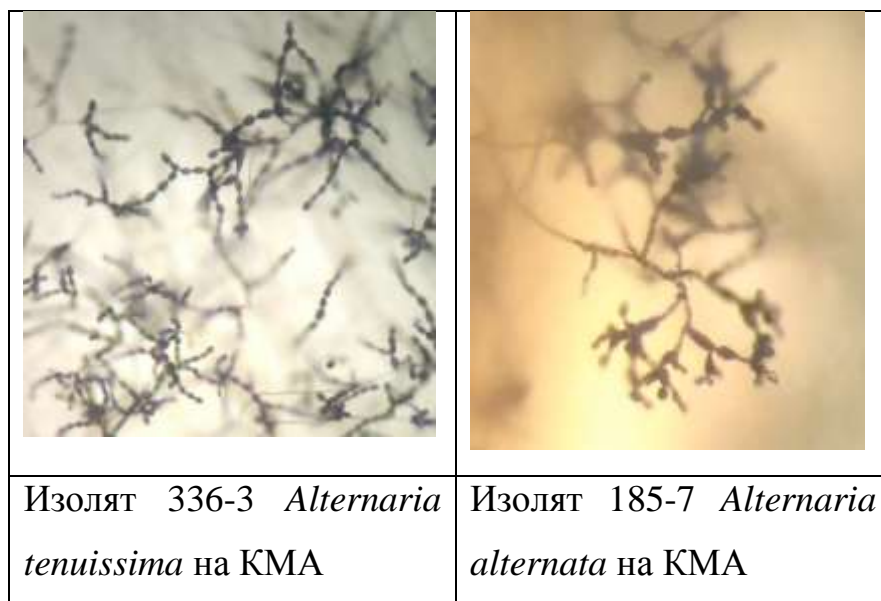


Рис. 4. Габитус споруляции изолятов *Alternaria*

На выбранной среде изучали внутривидовые различия культуральных признаков колоний *A. tenuissima* и *A. alternata*. Для этого исследования брали штаммы с типовыми колониями, которые имеют различия по нескольким культуральным признакам внутри вида (табл. 2).

Таблица 2 – Культуральные признаки типовых изолятов на седьмые сутки культивирования

Вид гриба	Название изолята	Диаметр колоний (мм)	Воздушный мицелий	Центр колонии
<i>A. tenuissima</i>	198-1-1	68,0	Рыхлый, ватообразный, вокруг центра войлочный	Бугорок 17-18 мм в диаметре, с белым пушистым мицелием
	199-1-1	65,0	Рыхлый, ватообразный	Белые вкрапления 1-3 мм в диаметре
	336-3	51,0	Рыхлый, ватообразный	Бугорок 5 мм в диаметре
<i>A. alternata</i>	185-7	68,0	Гомогенный, рыхлый, ватообразный	Бугорок 5 мм в диаметре с белыми вкраплениями до 1 мм
	198-4-1	55,0	Рыхлый, ватообразный	Бугорок 3 мм в диаметре, образованный рыхлым серым воздушным мицелием
	200-1-2	65,0	Рыхлый, ватообразный	Белые вкрапления 1-3 мм в диаметре

Колонии *A. alternata* преимущественно темно-серого цвета с оливковым оттенком, со слабо выраженными концентрическими зонами, 55-68 мм в диаметре. Изученные штаммы различаются по размеру центрального бугорка колонии и оттенку цвета мицелия. Так, колонии штамма *A. alternata* 185-7 темно-

серого цвета с зеленоватым оттенком, со слабыми концентрическими зонами, мицелий штамма *A. alternata* 198-4-1 темно-серый с желтоватым оттенком вокруг центра, затем желтовато-серый, по краю светлый, штамма *A. alternata* 200-1-2 – темно-серый вокруг центра, светло-серый к краю колонии.

Колонии *A. tenuissima* 51-68 мм в диаметре, имеются значительные различия в фактуре мицелия, центрального бугорка. Мицелий колоний штамма *A. tenuissima* 198-1-1 белый в центре и по краю колонии, темно-серый вокруг центра, штамма *A. tenuissima* 199-1-1 – однородного светло-серого цвета, с белыми вкраплениями. Колонии штамма *A. tenuissima* 336-3 преимущественно серого цвета без оливкового оттенка (рис. 5).

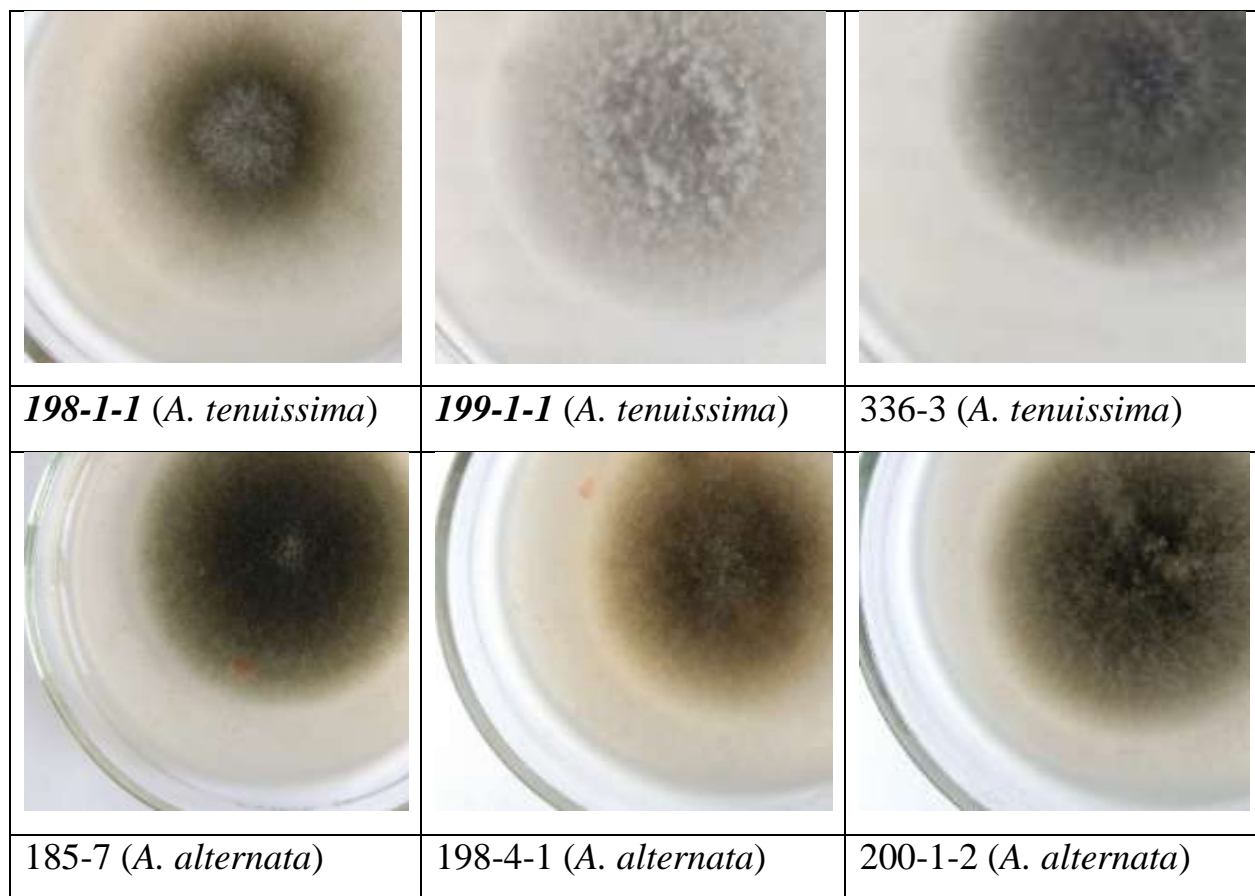


Рис. 5 – Внешний вид колоний *A. tenuissima* и *A. alternata* на картофельно-морковном агаре

**Выводы.** Установлена оптимальная среда для культивирования грибов из патокомплекса некротической листовой пятнистости рода *Alternaria* – картофельно-морковный агар (КМА). На этой среде отмечается достаточное, но не слишком обильное спороношение и умеренное развитие вегетативного мицелия. КМА также является оптимальным субстратом для установления разнообразия культуральных признаков штаммов внутри вида для возможного разграничения по штаммовому признаку, что имеет значение для проведения дальнейших популяционных исследований.

### Литература

1. Benkeblia N. Climate Change and Crop Production: Foundations for Agroecosystem Resilience. CRC Press. 2018. 192 p. <https://doi.org/10.1201/9781315391861-11>.
2. Altieri M., Nicholls C., Lana M.A. Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems // *Agronomy for Sustainable Development*. 2015. № 35 (3). P. 869-890. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0285-2>.
3. Jackson R.S. Site selection and climate // *Wine Science (Fifth Edition). Principles and Applications Food Science and Technology*. 2020. P. 331-374. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816118-0.00005-2>.
4. Velásquez A.C., Castroverde C.D.M., He S.H. Plant-pathogen warfare under changing climate conditions // *Current Biology*. 2018. Vol. 28 (10). P. R619–634. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.03.054>.
5. Li X., Hu H.-J., Li J.-Y., Wang C., Chen S.-L., Yan S.-Z. Effects of the Endophytic Bacteria *Bacillus cereus* BCM2 on Tomato Root Exudates and *Meloidogyne incognita* Infection // *Plant Disease*. 2019. Vol. 103. P. 1551-1558. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-18-2016-RE>.
6. Буровинская М.В., Юрченко Е.Г. Особенности патогенеза альтернариозной пятнистости на винограде // *Виноградарство и виноделие «Магарач»*. 2020. Т. 49. С. 121-123
7. Юрченко Е.Г., Буровинская М.В. Полевая устойчивость сортов винограда к альтернариозу // *Плодоводство и ягодоводство России*. 2019. Т. 58. С. 194-200. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-58-194-200>.
8. First report of *Alternaria alternata* causing leaf spot on Spinach (*Spinacia oleracea*) in Italy / G. Gilardi [et. al.] // *Plant Disease*. 2019. V. 103(8). P. 2133. <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-19-0086-PDN>.
9. First report of *Colletotrichum gloeosporioides* causing anthracnose of Tejokote (*Crataegus gracilior*) fruits in Mexico / E.H. Nieto-López [et. al.] // *Plant Disease*. 2018. V. 102(9). P.1855. <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-18-0233-PDN>.
10. Новые вредоносные микопатогены в ампелоценозах Западного Предкавказья // *Научные труды СКФНЦСВВ*. Т. 28. Краснодар: СКФНЦСВВ, 2020. С. 153-157.

11. Yurchenko, E. G. Savchuk, N. V., Porotikova, E. V., Vinogradova, S. V. (2020). First Report of Grapevine (*Vitis* sp.) Cluster Blight Caused by *Fusarium proliferatum* in Russia. *Plant Disease*, 104 (3), 991. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-05-19-0938-PDN>.

12. First Report of *Fusarium proliferatum* Causing Garlic clove Rot in Russian Federation / O.K. Anisimova [et. al.] // *Plant Disease*. First look. 2021. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-20-2743-PDN>.

13. Ainsworth and Bisby`s Dictionary of fungi. 10th edition / P.M. Kirk [et. al.]. Oxfordshire, 2008. 771 p.

14. *Alternaria* section *Alternaria*: Species, formae speciales or pathotypes? / J.H.C. Woudenberg [et. al.] // *Studies in Mycology*. 2015. V. 82. P. 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2015.07.001>.

15. Ганнибал Ф.Б. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria*. Методическое пособие. СПб.: ГНУ ВИЗР Россельхозакадемии, 2011. 70 с.

16. Andersen B., Thrane U. Differentiation of *Alternaria infectoria* and *Alternaria alternata* based on morphology, metabolite profiles, and cultural characteristics // *Canadian Journal of Microbiology*. 1996. V. 42. P. 685-689.

17. *In vitro* analysis of defense mechanism in the system *Solanum tuberosum* – *Alternaria alternata* / M.G. Pellegrini [et. al.] // *Phytopathology*. 1990. V. 130 (2). P. 134-146. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.1990.tb01161.x>.

18. Ганнибал Ф.Б. Видовой состав, таксономия и номенклатура возбудителей альтернариоза листьев картофеля // Приложение к журналу «Вестник защиты растений»: Лаборатория микологии и фитопатологии им. А.А. Ячевского, ВИЗР. Санкт-Петербург: ВИЗР, 2007. С. 142-148.

19. Орина А.С., Ганнибал Ф.Б. Видовой состав и патогенные свойства грибов рода *Alternaria*, обнаруженных на пасленовых культурах // Иммуногенетическая защита сельскохозяйственных культур от болезней: теория и практика: мат. Международной науч.-практ. конф., посвященной 125-летию со дня рождения Н.И. Вавилова. 2012. С. 152-159.

20. Rotem J. The genus *Alternaria*. Biology, epidemiology and pathogenicity / APS Press: St. Paul, Minnesota, 1994. 326 pp.

21. Halfon-Meir A., Rylski I. Internal mold caused in sweet pepper by *Alternaria alternata*: fungal ingress // *Phytopathology*. 1983. V. 73 (1). P. 67-70. <https://doi.org/10.1094/Phyto-73-67>.

22. A longevity assurance gene homolog of tomato mediates resistance to *Alternaria alternata* f. sp. *lycopersici* toxins and fumonisin B<sub>1</sub> / B.F. Brandwagt [et. al.] // *Plant Pathology*. 2000. V. 97, № 9. P. 4961-4966. <https://doi.org/10.1073/pnas.97.9.4961>.

23. Morris P.F., Connoly M.S., Clair D.A. Genetic diversity of *Alternaria alternata* isolated from tomato in California assessed using RAPDs // *Mycological Research*. 2000. V. 104, № 3. P. 286-292. <https://doi.org/10.1017/S0953756299008758>.

24. Pryor B.M., Michailides T.J. Morphological, Pathogenic and Molecular Characterization of *Alternaria* Isolates Associated with *Alternaria* Late Blight of Pistachio // *Phytopathology*. 2002. V. 92, № 4. P. 406-416. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2002.92.4.406>.

25. Simmons E.G. *Alternaria* themes and variations // *Mycotaxon*. 1995. V. 55. P. 55-163.

26. Влияние состава питательной среды на рост грибов рода *Alternaria* / С. Николаева [и др.] // *Revistă științifică a Universității Stat din Moldova*. 2011. № 1(41). С. 117-123. ISSN 1814-3237.

27. Некоторые методические подходы к выделению и изучению действия токсических веществ гриба *Alternaria* на проростки томатов / С. Николаева [и др.] // *Revistă științifică a Universității Stat din Moldova*. 2012. № 1(51). С. 72-79. ISSN 1814-3237.
28. Ганнибал Ф.Б. Мелкоспоровые виды рода *Alternaria* на злаках // *Микология и фитопатология*. 2004. Т. 38 (3). С. 19-28.
29. Simmons E.G. *Alternaria: an identification manual* / Netherlands: CBS Biodiversity Series. 2007. 775 pp.
30. Gannibal Ph.B., Yli- Mattila T. Cultural and molecular differentiation of small-spored *Alternaria* species associated with *Poaceae* // *Микология и фитопатология*. 2005. № 39 (4). С. 13-22.
31. Ганнибал Ф.Б. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria*. Методическое пособие. СПб.: ГНУ ВИЗР Россельхозакадемии, 2011. 70 с.
32. The sections of *Alternaria*: formalizing species-group concepts / D.P. Lawrence [et. al.] // *Mycologia*. 2012. V. 105(3). P. 530-546. <https://doi.org/10.3852/12-249>.
33. *Alternaria* redefined / J.H.C. Woudenberg [et. al.] // *Studies in Mycology*. 2013. V. 75. P. 171-212. <https://doi.org/10.3114/sim0015>.
34. Roberts R.G., Reymond S.T., Andersen B. RAPD fragment pattern analysis and morphological segregation of small-spored *Alternaria* species and species groups // *Mycological Research*. 2000. V. 104. P. 151-160. <https://doi.org/10.1017/S0953756299001690>.
35. Благовещенская Е.Ю. Микологические исследования: основы лабораторной техники: учебное пособие. М.: ЛЕНАНД, 2017. 96 с.
36. Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов. М.: Мир, 2001. 486 с.
37. Хохлаева М.К. Методические указания по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов. Л.: ВИЗР, 1969. 68 с.
38. Бухало А.С. Высшие съедобные базидиомицеты в чистой культуре. Отв. ред. Дудка И.А.; АН УССР. Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного / Киев: Наук. думка, 1988. 144 с.
39. Особенности роста фитопатогенных грибов земляники садовой на различных питательных средах / Р.М. Пугачев [и др.] // *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2015. № 4. С. 84-90.

## References

1. Benkeblia N. *Climate Change and Crop Production: Foundations for Agroecosystem Resilience*. CRC Press. 2018. 192 p. <https://doi.org/10.1201/9781315391861-11>.
2. Altieri M., Nicholls C., Lana M.A. Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems // *Agronomy for Sustainable Development*. 2015. № 35 (3). P. 869-890. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0285-2>.
3. Jackson R.S. Site selection and climate // *Wine Science (Fifth Edition). Principles and Applications Food Science and Technology*. 2020. P. 331-374. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816118-0.00005-2>.
4. Velásquez A.C., Castroverde C.D.M., He S.H. Plant-pathogen warfare under changing climate conditions // *Current Biology*. 2018. Vol. 28 (10). P. R619-634. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.03.054>.

5. Li X., Hu H.-J., Li J.-Y., Wang C., Chen S.-L., Yan S.-Z. Effects of the Endophytic Bacteria *Bacillus cereus* BCM2 on Tomato Root Exudates and *Meloidogyne incognita* Infection // *Plant Disease*. 2019. Vol. 103. P. 1551-1558. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-18-2016-RE>.
6. Burovinskaya M.V., Yurchenko E.G. Osobennosti patogeneza al'ternarioznoj pyatnistosti na vinograde // *Vinogradarstvo i vinodelie «Magarach»*. 2020. T. 49. S. 121-123
7. Yurchenko E.G., Burovinskaya M.V. Polevaya ustojchivost' sortov vinograda k al'ternariozu // *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*. 2019. T. 58. S. 194-200. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-58-194-200>.
8. First report of *Alternaria alternata* causing leaf spot on Spinach (*Spinacia oleracea*) in Italy / G. Gilardi [et. al.] // *Plant Disease*. 2019. V. 103(8). P. 2133. <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-19-0086-PDN>.
9. First report of *Colletotrichum gloeosporioides* causing anthracnose of Tejokote (*Crataegus gracilior*) fruits in Mexico / E.H. Nieto-López [et. al.] // *Plant Disease*. 2018. V. 102(9). P.1855. <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-18-0233-PDN>.
10. Novye vredonosnye mikopatogeny v ampelocenoazah Zapadnogo Predkavkaz'ya // *Nauchnye trudy SKFNCSVV*. T. 28. Krasnodar: SKFNCSVV, 2020. S. 153-157.
11. Yurchenko, E. G. Savchuk, N. V., Porotikova, E. V., Vinogradova, S. V. (2020). First Report of Grapevine (*Vitis* sp.) Cluster Blight Caused by *Fusarium proliferatum* in Russia. *Plant Disease*, 104 (3), 991. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-05-19-0938-PDN>.
12. First Report of *Fusarium proliferatum* Causing Garlic clove Rot in Russian Federation / O.K. Anisimova [et. al.] // *Plant Disease*. First look. 2021. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-20-2743-PDN>.
13. Ainsworth and Bisby`s Dictionary of fungi. 10th edition / P.M. Kirk [et. al.]. Oxfordshire, 2008. 771 p.
14. *Alternaria* section *Alternaria*: Species, formae speciales or pathotypes? / J.H.C. Woudenberg [et. al.] // *Studies in Mycology*. 2015. V. 82. P. 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2015.07.001>.
15. Gannibal F.B. Monitoring al'ternariozov sel'skohozyajstvennyh kul'tur i identifikaciya gribov roda *Alternaria*. Metodicheskoe posobie. SPb.: GNU VIZR Rossel'hozakademii, 2011. 70 s.
16. Andersen B., Thrane U. Differentiation of *Alternaria infectoria* and *Alternaria alternata* based on morphology, metabolite profiles, and cultural characteristics // *Canadian Journal of Microbiology*. 1996. V. 42. P. 685-689.
17. In vitro analysis of defense mechanism in the system *Solanum tuberosum* – *Alternaria alternata* / M.G. Pellegrini [et. al.] // *Phytopathology*. 1990. V. 130 (2). R. 134-146. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.1990.tb01161.x>.
18. Gannibal F.B. Vidovoj sostav, taksonomiya i nomenklatura vzbuditelej al'ternarioza list'ev kartofelya // Prilozhenie k zhurnalu «Vestnik zashchity rastenij»: Laboratoriya mikologii i fitopatologii im. A.A. Yachevskogo, VIZR. Sankt-Peterburg: VIZR, 2007. S. 142-148.
19. Orina A.S., Gannibal F.B. Vidovoj sostav i patogennye svoystva gribov roda *Alternaria*, obnaruzhennyh na paslenovyh kul'turah // Immunogeneticheskaya zashchita sel'skohozyajstvennyh kul'tur ot boleznej: teoriya i praktika: mat. Mezhdunarodnoj nauch.-prakt. konf., posvyashchennoj 125-letiyu so dnya rozhdeniya N.I. Vavilova. 2012. S. 152-159.
20. Rotem J. The genus *Alternaria*. Biology, epidemiology and pathogenicity / APS Press: St. Paul, Minnesota, 1994. 326 pp.
21. Halfon-Meiri A., Rylski I. Internal mold caused in sweet pepper by *Alternaria alternata*: fungal ingress // *Phytopathology*. 1983. V. 73 (1). P. 67-70. <https://doi.org/10.1094/Phyto-73-67>.



22. A longevity assurance gene homolog of tomato mediates resistance to *Alternaria alternata* f. sp. lycopersici toxins and fumonisin B1 / B.F. Brandwagt [et. al.] // *Plant Pathology*. 2000. V. 97, № 9. P. 4961-4966. <https://doi.org/10.1073/pnas.97.9.4961>.
23. Morris P.F., Connoly M.S., Clair D.A. Genetic diversity of *Alternaria alternata* isolated from tomato in California assessed using RAPDs // *Mycological Research*. 2000. V. 104, № 3. P. 286-292. <https://doi.org/10.1017/S0953756299008758>.
24. Pryor B.M., Michailides T.J. Morphological, Pathogenic and Molecular Characterization of *Alternaria* Isolates Associated with *Alternaria* Late Blight of Pistachio // *Phytopathology*. 2002. V. 92, № 4. P. 406-416. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2002.92.4.406>.
25. Simmons E.G. *Alternaria* themes and variations // *Mycotaxon*. 1995. V. 55. P. 55-163.
26. Vliyanie sostava pitatel'noj sredy na rost gribov roda *Alternaria* / S. Nikolaeva [i dr.] // *Revistă științifică a Universității Stat din Moldova*. 2011. № 1(41). S. 117-123. ISSN 1814-3237.
27. Nekotorye metodicheskie podhody k vydeleniyu i izucheniyu dejstviya toksicheskikh veshchestv griba *Alternaria* na prorostki tomatov / S. Nikolaeva [i dr.] // *Revistă științifică a Universității Stat din Moldova*. 2012. № 1(51). S. 72-79. ISSN 1814-3237.
28. Gannibal F.B. Melkosporovye vidy roda *Alternaria* na zlakah // *Mikologiya i fitopatologiya*. 2004. T. 38 (3). S. 19-28.
29. Simmons E.G. *Alternaria: an identification manual* / Netherlands: CBS Biodiversity Series. 2007. 775 pp.
30. Gannibal Ph.B., Yli- Mattila T. Sultural and molecular differentiation of small-spored *Alternaria* species associated with Poaceae // *Mikologiya i fitopatologiya*. 2005. № 39 (4). S. 13-22.
31. Gannibal F.B. Monitoring al'ternariozov sel'skohozyajstvennykh kul'tur i identifikaciya gribov roda *Alternaria*. Metodicheskoe posobie. SPb.: GNU VIZR Rossel'hozakademii, 2011. 70 s.
32. The sections of *Alternaria*: formalizing species-group concepts / D.P. Lawrence [et. al.] // *Mycologia*. 2012. V. 105(3). P. 530-546. <https://doi.org/10.3852/12-249>.
33. *Alternaria* redefined / J.H.C. Woudenberg [et. al.] // *Studies in Mycology*. 2013. V. 75. P. 171-212. <https://doi.org/10.3114/sim0015>.
34. Roberts R.G., Reymond S.T., Andersen B. RAPD fragment pattern analysis and morphological segregation of small-spored *Alternaria* species and species groups // *Mycological Research*. 2000. V. 104. P. 151-160. <https://doi.org/10.1017/S0953756299001690>.
35. Blagoveshchenskaya E.Yu. *Mikologicheskie issledovaniya: osnovy laboratornoj tekhniki: uchebnoe posobie*. M.: LENAND, 2017. 96 s.
36. Satton D., Fotergill A., Rinal'di M. *Opredelitel' patogennykh i uslovno patogennykh gribov*. M.: Mir, 2001. 486 s.
37. Hohryakova M.K. *Metodicheskie ukazaniya po eksperimental'nomu izucheniyu fitopatogennykh gribov*. L.: VIZR, 1969. 68 s.
38. Buhalo A.S. Vysshie s"edobnye bazidiomicety v chistoj kul'ture. *Otv. red. Dudka I.A.; AN USSR. In-t botaniki im. N.G. Holodnogo* / Kiev: Nauk. dumka, 1988. 144 s.
39. Osobennosti rosta fitopatogennykh gribov zemlyaniki sadovoj na razlichnykh pitatel'nykh sredah / R.M. Pugachev [i dr.] // *Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. 2015. № 4. S. 84-90.