

method of protecting plants from downy mildew is the use of varieties and hybrids with genetic resistance to the pathogen.

The aim of this study was the molecular identification of cucumber samples resistant to downy mildew using PCR analysis and microsatellite (SSR) markers associated with resistance loci. In total, 35 breeding cucumber samples were analyzed. Using SSR markers, an association of resistance with QTL regions Dm5.1 and Dm5.3 was established. The marker CAPs_ENK60, associated with the Dm5.1 locus, identified resistance in 26 samples (74.2%). The second marker, Dm5.3-SSR00772, located in the Dm5.3 region, confirmed resistance in 32 samples (91.4%).

The results demonstrate the high efficiency of using molecular markers in cucumber breeding for resistance to downy mildew. The identified resistant samples are of significant interest for further breeding efforts and can be used in programs to develop new resistant cucumber varieties and hybrids.

Key words: cucumber, downy mildew, resistance, SSR markers (Simple Sequence Repeat markers), Dm genes, QTL (Quantitative Trait Loci), breeding, PCR analysis (Polymerase Chain Reaction analysis)

Вклад авторов

С.К - Концептуализация

С.К - Курирование данных

А.Н., Е.К - Формальный анализ

Е.К., А.Д - Расследование.

Е.К., А.Д - Методология.

С.К - Администрирование проекта

Е.К., А.М - Ресурсы

С.К. - Программное обеспечение

А.Н., А.М - Надзор

А.Н.- Проверка

С.К - Визуализация

С.К., А.Н., А.М. - Написание обзор редактирование

МРНТИ 62.13.63

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/33>

Ш.А. Альпейсов^{1}, А.В. Коржиков², Г.Б. Ильмалиева³, Ж. Рамазанқызы⁴*

¹*Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан, sh.alpeisov1960@gmail.com**

²*ТОО «Рийк Цваан», Алматы, Казахстан, korand07@mail.ru*

^{3,4}*ТОО «Urban Group», Алматы, Казахстан, Ilmalieva_g@mail.ru ramazan@mail.ru*

ВЛИЯНИЕ ПОКРОВНОГО СЛОЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ШАМПИНЬОНА (AGARICUS BISPORUS)

Аннотация

В настоящее время в Казахстане активно развивается грибоводство, и, в частности, выращивание шампиньона. Для производства грибов в республике имеются значительные ресурсы и сырьевая база, состоящая из отходов продуктов переработки сельскохозяйственного производства и пищевой промышленности. Для полного цикла производства шампиньона в мировой практике используется сфагновый торф для насыпки покровного слоя на субстрат, но Казахстан не обладает какими-либо существенными его запасами. Импорт же из России и стран Западной Европы ведёт к значительным затратам.

Целью нашего исследования было испытание различных материалов, потенциально способных заменить торф. Были взяты самые доступные сыпучие субстанции. Наиболее перспективными оказались каменноугольный шлак и керамзитовая крошка, запасы которых в республике практически неограниченны. При проведении исследования на пригодность различных субстратов в качестве покровного материала для выращивания шампиньона, можно сделать заключение, что каменноугольный шлак и керамзитовая крошка, являются хорошей заменой дорогостоящему сфагновому торфу, и могут быть использованы в производстве грибов в Казахстане. Исследования показали, что при правильном их использовании урожай грибов с единицы площади будет не ниже, чем от покровного слоя, состоявшего из смеси торфа и мела.

Ключевые слова: шампиньоны, субстрат, покровный слой, торф, каменноугольный шлак, керамзитовая крошка, дефекационная грязь.

Введение

Шампиньон выращивают во многих странах мира. Общее его мировое производство составляет более 43 миллионов тонн, из них, более 41 миллиона тонн производят в Китае. Другие страны выращивают гораздо меньшее количество этого гриба, но и их производство впечатляет: например, Япония производит 469 тыс. тонн в год, Польша 379 тыс. тонн, США - 344 тыс. тонн, Нидерланды 260 тыс. тонн (1). На фоне этих цифр производство шампиньона в Казахстане выглядит более, чем скромным. Но Казахстан имеет значительный потенциал для собственного производства, что благотворно отразится на стоимости и качестве производимой продукции.

Грибы оказывают особую благотворную роль в регуляции физиологических функций организма человека, в связи с чем в последние годы наблюдается значительный рост исследований базидиомицетов, к которым относятся и шампиньоны.

Калорийность плодовых тел шампиньона относительно невысока 27 ккал/100 грамм. В пересчёте на сухой вес содержание белка равно 22,7-40,8%, жира 1,4-5,0% [2]. Значительно содержание хитина, который, хотя и не усваивается организмом, является хорошим адсорбентом токсинов и регулятором функционирования кишечника. Белок грибов шампиньона двуспорового содержит в своем составе 7 незаменимых аминокислот, четыре из которых содержится в большем количестве, чем в «идеальном белке» [3]. Этот гриб имеет большое значение в сфере здорового питания.

Казахстан имеет огромные запасы растительного сырья пригодного для выращивания грибов, которые в настоящее время никак не используются и считаются отходами растениеводства и животноводства. Это солома, навоз, птичий помёт и т.п. Дефицитом для производства является лишь сфагновый торф, для покровного слоя, без которого данный гриб не в состоянии дать сколько-нибудь значимый урожай [4].

Покровный слой необходим для:

- 1 Защиты колонизованного субстрата от высыхания, так как грибной мицелий чрезвычайно чувствителен к сухому воздуху.
- 2 Обеспечения влажного микроклимата для образования и развития примордиев.
- 3 Обеспечения запаса воды для растущих грибов [5].
- 4 Создания оптимальных условий для развития полезной микрофлоры, стимулирующей плодоношение [6].
- 5 Защиты от нежелательной микрофлоры [7] и адсорбции продуктов жизнедеятельности гриба, делающих плодоношение невозможным [8].

Покровный слой необходим для активации образования плодовых тел на мицелии. В данное время применение торфа в качестве покровного слоя считается оптимальным для выращивания шампиньона в Нидерландах, Польше, США, Германии, Франции, России, Украине и большинстве других государств [9].

Большие месторождения торфа есть в странах Западной Европы, Финляндии и России, но ввоз его в Казахстан приводит к существенному удорожанию грибов, делая их неконкурентоспособными против, импортируемых из других стран.

Из-за отсутствия торфа в республике нами были произведены изыскания субстратов способных заменить его в качестве покровного слоя. В экспериментах, сообщаемых здесь, были использованы простые материалы с целью получения более определенных результатов и не приводящие к серьезному удорожанию продукции.

Среди различных покровных материалов торф, несомненно, занимает ведущее место. Он обладает малым удельным объемным весом (287-297 кг/м³), высокой капиллярной влагоемкостью (86,7 – 92,4%), и хорошей водоудерживающей способностью. К недостаткам следует отнести низкую величину рН (3,6-4,8), и значительное содержание водорастворимых и легкогидролизуемых углеводов (6,9-63,1%), что стимулирует развитие патогенной микрофлоры [10].

Испытываемая в виде покровного материала каменноугольная зола представляет собой алюмосиликатное образование [11]. В золе нет органических веществ. Реакция среды рН колеблется в пределах 5,9-8,5, но чаще около 7,5, объемный вес 700 – 1000 кг/м³. Зола обладает хорошей скважностью и воздухообеспеченностью, капиллярная влагоемкость 41 – 76%. По своим физико-химическим показателям каменноугольная зола полностью соответствует четырем из пяти вышеприведенных функций, за исключением третьей, так как может удержать в себе меньше воды.

Покровный слой из керамзита сходен с золой углей. Его насыпная плотность колеблется в широких пределах, от 150 до 900 кг/м³. Керамзит отличается высокой пористостью. Капиллярная влагоемкость до 30% от его массы [12]. В своё время он был испытан в качестве покровного материала в Израиле и показал хорошие результаты [5]. Содержание окиси кальция и окиси магния в бентонитах (сырье для производства керамзита) достигает 8%, что обуславливает его повышенную рН, сдерживающую развитие плесневых грибов.

Дефекат состоит на 72,88 % из карбонатов кальция и магния. Также он содержит органического вещества до 7,74%, гумуса до 2,07%. Его рН составляет 9,27. По виду это пластичный материал, способный удерживать до 30% влаги. По своим характеристикам он не совсем подходит для покровного слоя, но, тем не менее, широко используется для этой цели в Болгарии [13].

Сероземные почвы часто используются в качестве покровного слоя в Узбекистане [14] Обладая относительно низкой водоудерживающей способностью – 19-26%, эти почвы имеют хорошую пористость 48-52% и скважность 47-51%. рН сероземов составляет 8,1-8,5.

Методы и материалы

Исследования проводили в камерах для выращивания шампиньонов ТОО «Молодит» Иссыкского района, Алматинской области близ села Койшибек. Хозяйство имеет 4 камеры, бетонированную площадку для приготовления компоста, твердофазный ферментер и всю необходимую технику.

Целью наших исследований было найти легкодоступный недорогой покровный слой для грибных предприятий Алматинской области, не уступающий по эффективности торфу. Второй целью нашего эксперимента являлось предупреждение развития плесневых грибов на покровном слое, приводящим к существенному снижению продуктивности грибных ферм.

Грибной компост готовили согласно рецепта Геритса [15], а именно: солома пшеничная 4000 кг, свежий куриный бройлерный помет (3% общего азота) 4000 кг, карбамид 40 кг, гипс строительный 240 кг, вода 20 м³. Ритм компостирования фазы 1: 0 – 6 – 10 – 13. Вторую фазу компостирования проводили в термической камере в течение 9 суток до полного удаления аммиака. Выращивали грибы в полиэтиленовых контейнерах 600x400x300 в четырехкратной повторности.

Камера для термической обработки второй фазы компостирования приведена на рис.1.



Рисунок 1 - Термическая камера для второй фазы компостирования

В каждый из них помещали по 20 кг инокулированного субстрата. Норма внесения зернового мицелия 0,5%. Штамм А-15. Контейнеры были завернуты в полиэтиленовую пленку. Мицелий развивался при 22°C в течение 1 недели. После этого на субстрат был нанесен влажный покровный слой толщиной 3 – 4 см. Рост продолжался при температуре 22°C, до образования примордий, после чего температуру снижали до 15°C. Полив производили во время плодоношения. Были использованы туманообразовательные насадки во избежание брызг и уменьшения возможности распространения заболеваний. Вид камеры изнутри указан на рис. 2.



Рисунок 2 - Термическая камера, вид изнутри

В торф был добавлен мел для повышения рН среды. В остальных случаях мел не добавляли, так как дефекационная грязь, обыкновенный серозем и каменноугольный шлак имеют щелочную реакцию среды и содержат от 5 до 70% окиси кальция [16,]. Все виды покровного материала дезинфицировали формалином из расчета 2 литра на 1 кубометр. Кроме того, во втором эксперименте в покровный слой вводили фундазол (Бенарад – фирма Август) в количестве 20 грамм на 1 м³ покровного слоя, для подавления роста плесневой микрофлоры [17].

В таблице 1 приведены субстраты, испытываемые в качестве покровного слоя для шампиньона.

Таблица 1 - Испытываемые субстраты и их состав

Покровный слой	Соотношение смеси	Примечание
Торф + мел (St)	5 : 2	Торф фирмы Кеккила
Керамзитовая крошка	-	Алматинская фирма TASYMA
Дефекационная грязь	-	Бурундайский сахарный завод
Обыкновенный серозем	-	Село Али Илийского района Алматинской области
Каменноугольный шлак	-	Отвалы ТЭЦ 2 Алматинская область

Результаты и обсуждение

В таблице 2 показан урожай шампиньона в зависимости от вида покровного слоя. Надо отметить, что плодоношение на всех видах покровного слоя наступило практически одновременно. Отличия были по количеству грибов, что, однако в значительной степени нивелировалось их индивидуальным весом.

Таблица 2 - Урожай грибов на различных покровных слоях

Покровный слой	Урожай по волнам $Kg\ m^{-2}$				
	1	2	3	4	Всего
Торф + мел (St)	8.7	4.4	5.5	3.8	22,40
Керамзитовая крошка	9.3	6.5	5.4	2.5	23,70
Дефекационная грязь	8.6	5.3	3.5	2.7	20,10
Обыкновенный серозем	7.7	6,0	3.1	1.1	17,90
Каменноугольный шлак	6.8	10.1	5.0	1.9	23,80

$HCP\ 0,05 = \pm 2,1\ Kg\ m^{-2}$

Из таблицы можно видеть, что при использовании серозёма в качестве покровного слоя, урожайность значительно снижается. Ещё наблюдается незначительное падение продуктивности при применении дефекационной грязи (отклонение немного превышает показатель наименьшей существенной разницы по сравнению со стандартом). Остальные варианты близки по показателям к контролю.

Таблица 3 - Урожай грибов на различных покровных слоях с применением фундазола

Покровный слой	Урожай по волнам $Kg\ m^{-2}$				
	1	2	3	4	Всего
Торф + мел (St)	8.8	4.6	5.0	4,1	22,50
Керамзитовая крошка	9.2	6.2	5.8	2.9	24,10
Дефекационная грязь	8.9	5.6	3.9	2.8	21,20
Обыкновенный серозем	7.8	6,3	3.4	2.1	19,60
Каменноугольный шлак	7.8	9,4	4,9	2,2	24,30

$HCP\ 0,05 = \pm 2,4\ Kg\ m^{-2}$

Применение фундазола на продуктивность шампиньона значительно не повлияло, хотя общий урожай несколько возрос. Особенно это заметно в варианте с обыкновенным сероземом. Возможно фундазол снизил количество конкурентной и патогенной микрофлоры шампиньона в покровном слое. Косвенным указанием на их наличие является быстрое падение урожайности в 3 и 4 волне плодоношения (таблица 2).

Из приведенных данных следует отметить, что внесение в торф фундазола не привело к увеличению продуктивности. Это связано с тем, что данный субстрат сам сдерживает развитие плесневых грибков. Дефекационная грязь, имея в своем составе большое количество легко усвояемой органики может стать резерватом инфекции для культивируемых грибов. Это можно заметить при сопоставлении таблиц 2 и 3, урожай с фундазолом вырос, и его разница с контролем стала недостоверной.

В настоящее время отмечены случаи возникновения резистентности против всех основных классов фунгицидов у разных видов фитопатогенов. Триазолы в этом смысле не составляют исключение, и согласно рейтингу FRAC, риск резистентности к ним оценивается

как средний [17]. Основными патогенами шампиньона являются мягкая гниль (Микогон), сухая гниль (Вертициллиум), паутинистая плесень (Дактилюм). Все они эффективно подавляются фундазолом. Описания случаев резистентности этих патогенов к данному препарату на культуре шампиньона нами не найдены. При ликвидации отплодоносившего субстрата производят полную очистку камер и их жесткую санитарную обработку. При укладке нового субстрата используют свежий покровный материал. Все эти мероприятия позволяют свести к минимуму возникновение резистентности у патогенных грибов.

Керамзитовая крошка в плане обеспечения продуктивности показала себя с лучшей стороны, но этот покровный слой не лишен недостатков. Крошка быстро теряет влагу, что требует постоянного контроля, и увеличивает риск переувлажнения или высушивания культуры. К тому же керамзитовая крошка сопоставима по стоимости с импортируемым торфом.

По нашей оценке, хорошим покровным субстратом оказался каменноугольный шлак. Этот материал хорошо впитывает и удерживает влагу, дешев и доступен. Все угольные электростанции имеют зольные пруды или золоотвалы, где складывается каменноугольная зола. И хотя в последнее время большую часть шлака используют в строительстве, накопление отходов сгорания угля во много раз опережает его потребление. Использование шлака в качестве покровного слоя ощутимо удешевляет производство шампиньонов.

Применение золы углей в качестве покровного материала не несет серьезной нагрузки на экологию окружающей среды и здоровью людей. Допустимые нормы содержания тяжелых металлов в торфе и каменноугольной золе сопоставимы [18,19] и значительно ниже, чем их количество в сероземах юга и юго-востока Казахстана [20].

Таблица 4 - Стоимость покровных материалов в Казахстане

Покровный материал	Стоимость 1 кубометра в тенге без накладных расходов
Торф	32000
Керамзитовая крошка	23000
Дефекационная грязь	6000
Обыкновенный серозем	Бесплатно
Каменноугольный шлак	Бесплатно

Конечно, торф является идеальным материалом для покровного слоя. Его малый удельный вес, большая пористость и водоудерживающая способность, в сочетании с отсутствием углеродных источников питания для патогенных микроорганизмов делает его предпочтительным в производстве грибов. Покровный слой из каменноугольного шлака имеет гораздо больший вес, меньше удерживает воды и требует постоянного контролирования его влажности. Но эти дополнительные затраты легко компенсируются его низкой стоимостью.

Выводы

При проведении испытания на пригодность различных субстратов в качестве покровного материала для выращивания шампиньона, мы пришли к выводу, что каменноугольный шлак и керамзитовая крошка, в наших условиях являются достойной заменой дорогостоящему сфагновому торфу, и вполне могут быть применены в производстве грибов в Казахстане. Несмотря на то, что каменноугольная зола и керамзитовая крошка требуют дополнительного ухода за культурой, они могут обеспечить продуктивность грибного производства сопоставимую с использованием торфа. Покровный слой из каменноугольной золы значительно сокращает затраты на выращивание шампиньона. Фундазол положительно влияет на продуктивность шампиньона, подавляя нежелательную грибковую микрофлору. Его быстрое разложение в почве и небольшое содержание вредных элементов в золе углей не наносят существенного вреда окружающей среде региона.

Благодарность. Авторы выражают искреннюю благодарность руководству ТОО «Молодит» Иссыкского района Алматинской области за плодотворное сотрудничество, предоставленную информацию и активное участие в подготовке материала.

Финансирование. Исследование выполнено за счет средств авторов. Внешняя финансовая поддержка для проведения работы не привлекалась.

Список литературы

1. ReportLinker. (2023). *Global truffles and mushrooms production by country*. Retrieved from <https://www.reportlinker.com/statistics/production/global-truffles-and-mushrooms-production>
2. Dikeman, C. L., Bauer, L. L., Flickinger, E. A., & Fahey, G. C. (2005). Effects of stage of maturity and cooking on the chemical composition of selected mushroom varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(4), 1130–1138. <https://doi.org/10.1021/jf0485411>
3. Александрова Е. Г., (2019). Формирование урожайности и качества грибов шампиньона двуспорового (*Agaricus bisporus*) при промышленном культивировании на синтетическом субстрате с применением органических добавок и биопрепаратов. *Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук*. Министерство С. Х. Российской Федерации ФГБОУ ВО Самарский Государственный Аграрный университет. Кинель (204 с.)
4. Pardo-Giménez, A., Pardo González, J. E., & Zied, D. C. (2017). Casing materials and techniques in *Agaricus bisporus* Cultivation. In C. Z. Diego & A. Pardo-Giménez (Eds.), *Edible and Medicinal Mushrooms* (pp. 183–202). <https://doi.org/10.1002/9781119149446.ch7>
5. Kurtzman, R. H., Jr. (2004). Casing properties: required, desired and beliefs. *International Journal of Mushroom Science*.
6. Kalberer, P. P. (1991). Water relations of the mushroom culture *Agaricus bisporus*: Influence on the crop yield and on the dry matter content of the fruit bodies. *Mushroom Science*, 13(1), 269–274. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19920315413>
7. Kurtzman, R. H., Jr. (1995). *Agaricus bisporus* (Lge.) Imb. casing layer II: Porosity, the most important character. *International Journal of Mushroom Science*, 1, 11–17. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19950315376>
8. Сафрай, А. И. (2010). Симптомы, распространение и контроль сухой гнили на шампиньонной ферме. *Школа грибоводства*, (5), 10–13.
9. Alemu, D., Tafesse, M., & Mondal, A. K. (2022). Mycelium-based composite: The future sustainable biomaterial. *International Journal of Biomaterials*, 2022, Article ID 8401528, 12 pages. <https://doi.org/10.1155/2022/8401528>
10. Мисников О.С., Пухова О.В., Черткова Е.Ю. (2015). Физико-химические основы торфяного производства. *Учебное пособие*, Тверской государственный технический университет (ТвГТУ) Минобрнауки России, 167 с.
11. Пасынкова М. В. (1974). Зола углей как субстрат для выращивания растений / М. В. Пасынкова // Растения и промышленная среда / МВ и ССО РСФСР, Урал. гос. ун-т им. А. М. Горького. — Свердловск : УрГУ, — Сб. 3. — С. 29-44.
12. ГОСТ 32496-2013 «Заполнители пористые для легких бетонов. Технические условия»
13. Ранчева Ц. (1990). Интенсивное производство шампиньонов. Москва. *Агропромиздат* (191) с.
14. Хакимов, А. А., Исмаилов, А. А., & Мурадуллаева, М. Ш. (2018). Выбор покровных почв для выращивания шампиньона *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach, 1946. *Бюллетень науки и практики*, 4(1), 64–70. <https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-pokrovnyh-pochv-dlya-vyraschivaniya-shampinona-agaricus-bisporus-j-e-lange-imbach-1946>
15. Gerrits, J. P. G. (1974). Development of a synthetic compost for mushroom growing based on wheat straw and chicken manure. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 22, 175–194. <https://doi.org/10.18174/njas.v22i3.17221>
16. Aydoğdu, M. (2024). Efficacy of disinfectants and heat treatments against green mould in casing soil and button mushroom (*Agaricus bisporus*) yield. *Phytoparasitica*, 52(1), 51. <https://doi.org/10.1007/s12600-024-01168-0>

17. Щербакова Л.А. (2019). Развитие резистентности к фунгицидам у фитопатогенных грибов и их хемосенсибилизация как способ повышения защитной эффективности триазолов и стробилуринов. *Сельскохозяйственная биология*, том 54, ¹ 5, (с. 875-891).
18. Тарасов С.И., Кузнецова Л.М. (2012). Нормативные требования к торфам сельскохозяйственного использования. *Агрехимический вестник* №3 (с. 13-16).
19. Худайгулова В. И., Харина Г. В. (2022). **Анализ экологических проблем угольных ТЭС в Свердловской области.** Сборник материалов Пятой Международной научно-практической конференции преподавателей, молодых учёных и студентов «Экологическая безопасность в техносферном пространстве» Екатеринбург. (с.341-347).
20. Рамазанова Р.К., Кекилбаева Г.Р., Кенжегулова С.О. (2015). Оценка современного экологического состояния почвенного и растительного покрова в зонах интенсивного промышленного производства на юге и юго-востоке Казахстана. *Научные исследования: от теории к практике*, 1 (2 (3)), (с.32-37). Чебоксары: ООО СКК «Интерактив плюс».

References

1. ReportLinker. (2023). Global truffles and mushrooms production by country. Retrieved from <https://www.reportlinker.com/statistics/production/global-truffles-and-mushrooms-production>
2. Dikeman, C. L., Bauer, L. L., Flickinger, E. A., & Fahey, G. C. (2005). Effects of stage of maturity and cooking on the chemical composition of selected mushroom varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(4), 1130–1138. <https://doi.org/10.1021/jf0485411>
3. Aleksandrova E. G., (2019). Formirovanie urozhajnosti i kachestva gribov shampin'ona dvusporovogo (*Agaricus bisporus*) pri promyshlennom kul'tivirovanii na sinteticheskom substrate s primeneniem organicheskikh dobavok i biopreparatov. Dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata sel'skohozjajstvennyh nauk. Ministerstvo S. H. Rossijskoj Federacii FGBOU VO Samarskij Gosudarstvennyj Agrarnyj universitet. Kinel' (204 s.)
4. Pardo-Giménez, A., Pardo González, J. E., & Zied, D. C. (2017). Casing materials and techniques in *Agaricus bisporus* Cultivation. In C. Z. Diego & A. Pardo-Giménez (Eds.), *Edible and Medicinal Mushrooms* (pp. 183–202). <https://doi.org/10.1002/9781119149446.ch7>
5. Kurtzman, R. H., Jr. (2004). Casing properties: required, desired and beliefs. *International Journal of Mushroom Science*.
6. Kalberer, P. P. (1991). Water relations of the mushroom culture *Agaricus bisporus*: Influence on the crop yield and on the dry matter content of the fruit bodies. *Mushroom Science*, 13(1), 269–274. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19920315413>
7. Kurtzman, R. H., Jr. (1995). *Agaricus bisporus* (Lge.) Imb. casing layer II: Porosity, the most important character. *International Journal of Mushroom Science*, 1, 11–17. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19950315376>
8. Safraj, A. I. (2010). Simptomy, rasprostranenie i kontrol' suhoj gnili na shampin'onnoj ferme. *Shkola gribovodstva*, (5), 10–13.
9. Alemu, D., Tafesse, M., & Mondal, A. K. (2022). Mycelium-based composite: The future sustainable biomaterial. *International Journal of Biomaterials*, 2022, Article ID 8401528, 12 pages. <https://doi.org/10.1155/2022/8401528>
10. Misnikov O.S., Puhova O.V., Chertkova E.Ju. (2015). Fiziko-himicheskie osnovy torfjanogo proizvodstva. *Uchebnoe posobie*, Tverskoj gosudarstvennyj tehnikeskij universitet (TvGTU) Minobrnauki Rossii, 167 s.
11. Pasyukova M. V. (1974). Zola uglej kak substrat dlja vyrashhivaniya rastenij / M. V. Pasyukova // *Rastenija i promyshlennaja sreda* / MV i SSO RSFSR, Ural. gos. un-t im. A. M. Gor'kogo. — Sverdlovsk : UrGU, — Sb. 3. — S. 29-44.
12. GOST 32496-2013 «Zapolniteli poristye dlja legkih betonov. Tehniceskie uslovija»
13. Rancheva C. (1990). *Intensivnoe proizvodstvo shampin'onov*. Moskva. Agropromizdat (191) s.

14. Hakimov, A. A., Ismailov, A. A., & Muradullaeva, M. Sh. (2018). Vybor pokrovnyh pochv dlja vyrashhivaniya shampin'ona *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach, 1946. Bjulleten' nauki i praktiki, 4(1), 64–70. <https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-pokrovnyh-pochv-dlya-vyraschivaniya-shampinona-agaricus-bisporus-j-e-lange-imbach-1946>
15. Gerrits, J. P. G. (1974). Development of a synthetic compost for mushroom growing based on wheat straw and chicken manure. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 22, 175–194. <https://doi.org/10.18174/njas.v22i3.17221>
16. Aydoğdu, M. (2024). Efficacy of disinfectants and heat treatments against green mould in casing soil and button mushroom (*Agaricus bisporus*) yield. *Phytoparasitica*, 52(1), 51. <https://doi.org/10.1007/s12600-024-01168-0>
17. Shherbakova L.A. (2019). Razvitie rezistentnosti k fungicidam u fitopatogennyh gribov i ih hemosensibilizacija kak sposob povysheniya zashhitnoj jeffektivnosti triazolov i strobilurinov. *Sel'skohozjajstvennaja biologija*, tom 54, 1 5, (s. 875-891).
18. Tarasov S.I., Kuznecova L.M. (2012). Normativnye trebovaniya k torfam sel'skohozjajstvennogo ispol'zovanija. *Agrohimicheskij vestnik №3* (s. 13-16).
19. Hudajgulova V. I., Harina G. V. (2022). Analiz jekologicheskikh problem ugol'nyh TJeS v Sverdlovskoj oblasti. *Sbornik materialov Pjatoj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii prepodavatelej, molodyh uchjonyh i studentov «Jekologicheskaja bezopasnost' v tehnosfernom prostranstve» Ekaterinburg*. (s.341-347).
20. Ramazanova R.K., Kekilbaeva G.R., Kenzhegulova S.O. (2015). Ocenka sovremennogo jekologicheskogo sostojaniya pochvennogo i rastitel'nogo pokrova v zonah intensivnogo promyshlennogo proizvodstva na juge i jugo-vostoke Kazahstana. *Nauchnye issledovanija: ot teorii k praktike*, 1 (2 (3)), (s.32-37). *Cheboksary: OOO SKK «Interaktiv pljus»*.

Ш.А. Альпейсов^{1*}, А.В Коржиков², Г.Б. Ильмалиева³, Ж. Рамазанқызы⁴

¹*Казакский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан, sh.alpeisov1960@gmail.com**

²*ТОО «Рийк Цваан», Алматы, Казахстан, korand07@mail.ru*

^{3,4}*«Urban Group» LLP, Алматы, Казахстан, lmalieva_g@mail.ru, ramazan@mail.ru*

ШАМПИЊОННЫҢ (*AGARICUS BISPORUS*) ӨНІМДІЛІГІНЕ ЖАБЫН ҚАБАТЫНЫҢ ӘСЕРІ

Аңдатпа

Қазіргі кезде Қазақстанда саңырауқұлақ өсіру, оның ішінде шампиньон өсіру ісі қарқынды дамып келеді. Саңырауқұлақтарды өндіру үшін республикада айтарлықтай ресурстар мен шикізат базасы бар, оның ішінде ауыл шаруашылығы өндірісі мен тамақ өнеркәсібінің қайта өңдеу өнімдерінің қалдықтарынан тұрады. Алайда, шампиньон өндірісінің толық циклі үшін әлемдік тәжірибеде субстратқа жабын қабатын салу үшін сфагна шымтезегі қолданылады, бірақ Қазақстанда оның айтарлықтай қоры жоқ. Ресей мен Батыс Еуропа елдерінен импорт үлкен шығындарға әкеледі.

Біздің зерттеуіміздің мақсаты шымтезектің орнын баса алатын әртүрлі материалдарды сынау болды. Ең арзан сусымалы субстанциялар алынды. Ең перспективалы болып табылды тас көмір шлагы және керамзит үгіндісі, олардың қоры республикада іс жүзінде шектелмеген. Шампиньон өсіру үшін жабын материалы ретінде әртүрлі субстраттардың жарамдылығын зерттеу кезінде тас көмір шлагы мен керамзит үгіндісі қымбат тұратын сфагна шымтезегінің жақсы алмастырушысы болып табылады және Қазақстанда саңырауқұлақ өндірісінде қолданылуы мүмкін деген қорытынды жасауға болады. Зерттеулер көрсеткендей, оларды дұрыс пайдаланғанда аудан бірлігінен саңырауқұлақ өнімі шымтезек пен бор қоспасынан тұратын жабын қабатынан кем болмайды.

Кілт сөздер: шампиньондар, субстрат, жабынды қабат, шымтезек, тас көмір шлагы, керамзит үгіндісі, дефекациялық балшық.

Alpeisov^{1}, A.V. Korzhikov², G.B. Ilmalieva³, Zh. Ramazanqyzy⁴*
¹ Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan,
*sh.alpeisov1960@gmail.com**

² Riyik Tsvaan LLP, Almaty, Kazakhstan, korand07@mail.ru

^{3,4} "Urban Group" LLP, Almaty, Kazakhstan, Ilmalieva_g@mail.ru, ramazan@mail.ru

INFLUENCE OF THE COATING LAYER ON THE PRODUCTIVITY OF SHAMPINON (*AGARICUS BISPORUS*)

Abstract

Currently, mushroom farming, particularly the cultivation of champignons, is actively developing in Kazakhstan. For the production of mushrooms, the republic has significant resources and a raw material base, including those consisting of the waste products of agricultural production and the food industry. However, for the full cycle of champignon production, sphagnum peat is used in world practice to cover the substrate, but Kazakhstan does not have any significant reserves of it. Import from Russia and Western European countries leads to significant expenses.

The purpose of our research was to test various materials that could potentially replace peat. The most available bulk substances were taken. The most promising were coal slag and expanded clay aggregate, the reserves of which in the republic are practically unlimited. When conducting research on the suitability of various substrates as cover material for growing champignons, it can be concluded that coal slag and expanded clay crumbs are good substitutes for expensive sphagnum peat and can be used in mushroom production in Kazakhstan. Studies have shown that when they are used correctly, the mushroom yield per unit area will not be lower than the cover layer consisting of a mixture of peat and chalk.

Key words: mushrooms, substrate, covering layer, peat, coal slag, expanded clay crumbs, defecation mud.

Вклад авторов

Ш.А. Альпейсов: первоначальное написание статьи, методология

А.В. Коржиков: обзор и редактирование, администрирование

Г.Б. Ильмалиева: приобретение финансирования, ресурсы

А.А. Азизов: концептуализация, курирование данных

Ж. Рамазанқызы: формальный анализ, редактирование

МРНТИ 68.35.29

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/34>

Б.М. Башабаева, А. Моргунов, М.А. Есимбекова, А.А. Рсымбетов,*
К.Б. Мукин, К. Б. Жиенбаева, А.А. Сураубаева

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», п. Алмалыбак, Республика Казахстан, bahytgul_1965@mail.ru, alexey.morgounov@gmail.com, minura.esimbekova@mail.ru, ashat_rsymbetov@mail.ru, mukin2010@mail.ru, karla75@list.ru, Suraubayeva02@bk.ru

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА ЗЕРНА И ПРОДУКТИВНОСТИ ОБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ МЕЖДУНАРОДНОГО СОРТОИСПЫТАНИЯ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ЦИНКА В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

Аннотация

Повышение качества зерна у сортов яровой мягкой пшеницы остаётся приоритетным направлением современной селекции. В условиях ужесточения требований со стороны