

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Научная статья

УДК 635.82:631.4

DOI 10.24888/2541-7835-2023-28-75-85

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СУБСТРАТА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ШАМПИНЬОНОВ

Азизов Ирек Раилевич^{1✉}, Русинов Алексей Владимирович²,
Анисимов Сергей Александрович³, Горюнов Дмитрий Геннадьевич⁴

^{1,2,3,4}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии
им. Н.И. Вавилова, Саратов, Россия

¹irekmen97@yandex.ru[✉]

²rusinovsar@yandex.ru

³asa.sgau@mail.ru

⁴md111@bk.ru

Аннотация. Шампиньон относится к группе мезофитов, т.е. к организмам, требующим для нормального роста и развития достаточно высокой влажности как питательного субстрата, так и окружающей воздушной среды. Исследования показывают, что плодовые тела шампиньона содержат от 88 до 94 % воды. При наличии в субстрате достаточного количества питательных веществ вода становится одним из лимитирующих факторов получения высокого урожая шампиньона. Во время процесса роста мицелий шампиньон потребляет воду как из субстрата, так и слоя покровного материала. При этом запас влаги в субстрате создается в период его приготовления, а требуемая влажность покровного материала создается путём проведения регулярных поливов в течение всего периода выращивания гриба. Отметим, что при культивировании шампиньона важно определить режим полива, который в значительной мере влияет на выход грибов и их качество. Необходимо дифференцированный подход к обеспечению оптимального уровня влагосодержания покровного материала в зависимости от фазы роста и развития шампиньона. Поэтому в материалах данной статьи рассмотрены исследования, проведенные для определения агротехнических показателей субстрата для выращивания шампиньонов. Проведены исследования по определению зависимости уровня влажности субстрата от количества нормы полива, взаимосвязи уровня влажности субстрата и времени полива при разных нормах полива, зависимости влажности субстрата по глубине просачивания влаги от нормы полива.

Ключевые слова: шампиньоны, субстрат, покровный слой, агротехнические показатели, влажность, впитываемость, равномерность распределения влаги.

Для цитирования: Результаты исследований агротехнических показателей субстрата для выращивания шампиньонов / И.Р. Азизов, А.В. Русинов, С.А. Анисимов, Д.Г. Горюнов // Агропромышленные технологии Центральной России. 2023. № 2(28). С. 75-83. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2023-28-75-83>.

THE RESULTS OF STUDIES OF AGROTECHNICAL INDICATORS OF THE SUBSTRATE FOR GROWING CHAMPIGNONS

Irek R. Azizov^{1✉}, Alexey V. Rusinov², Sergey A. Anisimov³, Dmitry G. Goryunov⁴

^{1,2,3,4}Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov

¹irekmen97@yandex.ru[✉]

²rusinovsar@yandex.ru

³asa.sgau@mail.ru

⁴md111@bk.ru

Abstract. Champignon belongs to the group of mesophytes, i.e. to organisms that require a sufficiently high humidity for normal growth and development of both the nutrient substrate and the surrounding air en-

vironment. Studies show that the fruit bodies of champignons contain from 88 to 94% water. If there is a sufficient amount of nutrients in the substrate, water becomes one of the limiting factors for obtaining a high yield of champignons. During the growth process, the mycelium of the champignon consumes water from both the substrate and the layer of the covering material. At the same time, the moisture reserve in the substrate is created during its preparation, and the required moisture content of the cover material is created by regular watering during the entire period of mushroom cultivation. Note that when cultivating champignons, it is important to determine the watering regime, which significantly affects the yield of mushrooms and their quality. A differentiated approach is needed to ensure an optimal level of moisture content of the cover material, depending on the phase of growth and development of the mushroom. Therefore, the materials of this article consider the studies conducted to determine the agrotechnical parameters of the substrate for growing champignons. Studies have been carried out to determine the dependence of the moisture level of the substrate on the amount of irrigation norm, the relationship between the moisture level of the substrate and the watering time at different watering rates, the dependence of the moisture content of the substrate on the depth of moisture seepage from the irrigation norm.

Keywords: *champignons, substrate, cover layer, agrotechnical indicators, humidity, absorbency, uniformity of moisture distribution.*

For citation: *The results of studies of agrotechnical indicators of the substrate for growing champignons. I.R. Azizov, A.V. Rusinov, S.A. Anisimov, D.G. Goryunov. Agro-industrial technologies of Central Russia. 2023. No. 2(28). Pp. 75-83. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2023-28-75-83>.*

Введение

Шампиньон относится к группе мезофитов, т.е. к организмам, требующим для нормального роста и развития достаточно высокой влажности как питательного субстрата, так и окружающей воздушной среды. Исследования показывают, что плодовые тела шампиньона содержат от 88 до 94 % воды [1-3,6,12,14, 18,19,21].

При наличии в субстрате достаточного количества питательных веществ вода становится одним из лимитирующих факторов получения высокого урожая шампиньона. Во время процесса роста мицелий шампиньон потребляет воду как из субстрата, так и слоя покровного материала. При этом запас влаги в субстрате создается в период его приготовления, а требуемая влажность покровного материала создается путём проведения регулярных поливов в течение всего периода выращивания гриба [4,7,11,13].

Ряд исследователей отмечают, что для получения наибольшего выхода урожая оптимальным можно считать содержание воды в покровном материале в пределах 65...85 % ППВ [20].

Согласно литературным источникам [16] плодовые тела шампиньонов потребляют воду в основном из субстрата. Оптимальное содержание воды в субстрате в период роста мицелия находится в пределах 64...68 %.

Известны исследования, по результатам которых был определен оптимальный уровень влажности покровного материала, находящийся в пределах 60...70 % от полной влагоёмкости, что также подтверждают данные, полученные исследователями разных стран [8,15].

Отметим, что при культивировании шампиньона важно определить режим полива, который в значительной мере влияет на выход грибов и их качество. Необходим дифференцированный подход к обеспечению оптимального уровня влагосодержания покровного материала в зависимости от фазы роста и развития шампиньона [9,17].

Поэтому актуальной задачей исследований является определение агротехнических параметров субстрата для дальнейших исследований оптимальных режимов полива.

Цель исследования – определение параметров впитываемости и распределения воды в субстрате для выращивания шампиньонов с целью дальнейшей разработки и выявления оптимальных агротехнических параметров технического устройства для внесения поливной нормы.

Материалы и методы исследований

Практическая часть работы выполнена на базе УНПК «Агроцентр» ФГБОУ ВО Вавиловский университет, в 2022 году. Экспериментальные исследования проводились с восьмикратной повторностью и с применением методов статистического анализа. Объектом исследу-

дования являются агротехнические показатели субстрата для производства шампиньонов в специализированных закрытых камерах – шампиньонницах.

Для проведения исследований по определению влияния поливной нормы на изменение влажности субстрата был подготовлен субстрат в объеме 1 м³. Внесение поливной нормы производилось лабораторной дождевальнoй установкой равномерно по всей площади исследуемого субстрата.

Для выращивания шампиньонов использовался субстрат, приготовленный из компонентов в следующем соотношении: солома пшеничная – 15,3 %, помет кур-бройлеров подстилочный на опилках или соломе (влажность 35-38%, общий азот не менее 2,5-3 %) – 15,6 %, гипс – 0,9 %, вода – 68 %, мицелий (зерновой) – 0,2 %.

При подготовке к исследованиям покровный слой субстрата и сам субстрат предварительно были высушены до влажности в 20 %.

В ходе эксперимента оценивали агротехнические параметры субстрата и покровного слоя, а именно: влияние поливной нормы на изменение влажности покровного слоя субстрата; изменение влажности во времени при разных количествах вносимой нормы полива, а также глубину впитывания влаги субстратом при разных нормах полива.

Влажность субстрата определяли термостатно-весовым методом измерения влажности почвы (рис. 1) [5,10].



Рисунок 1. Отбор проб почвы на влажность

Результаты исследований заносились в рабочий журнал испытаний. Статистическую обработку данных осуществляли в программных продуктах Microsoft Excel и StatSoft Statistica.

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты исследований влияния поливной нормы на изменение влажности субстрата отображены на рисунке 2.

Было установлено, что для увеличения влажности субстрата с 20 до 30 % требуется внесение поливной нормы – 28 л/м³. Дальнейшие увеличения поливной нормы на 28 л/м³ сопровождаются повышением уровня влажности на 10 %, до наступления граничного условия в 80 % влажности, при котором происходит перенасыщение субстрата и прекращается впитывание поливной нормы.

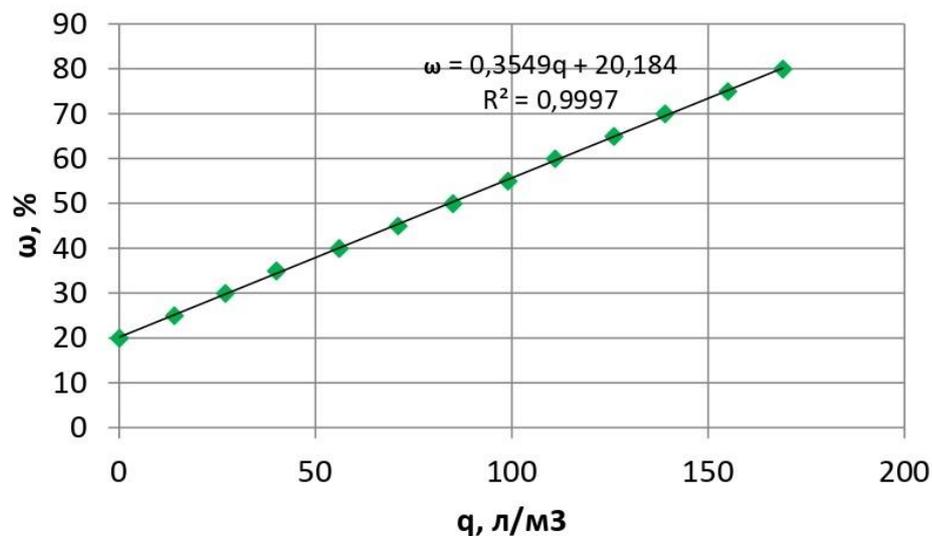


Рисунок 2. График влияния поливной нормы (q) на изменение влажности субстрата (ω).

Для проведения исследований на изменение влажности субстрата во времени, при котором осуществлялось внесение нормы полива, был отобран участок размером 1 м³ и толщиной субстрата 0,15 м.

Исследования проводили в трех режимах с нормами внесения полива: 0,62 л/м², 1,25 л/м² и 2,5 л/м². Результаты исследований приведены на рисунке 3.

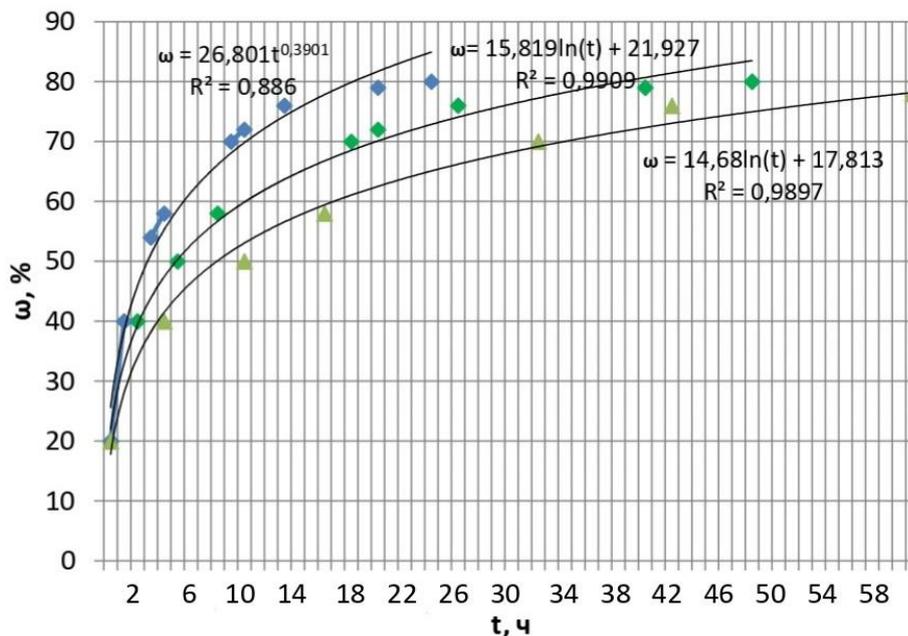


Рисунок 3. График изменение влажности субстрата (ω) относительно времени (t), при котором осуществлялось внесение нормы полива

Установлено, что субстрат обеспечивает процесс полного впитывания влаги при разных нормах полива, однако наибольшее впитывание происходит в первые часы. Также установлено, что при норме полива 0,62 л/м² увеличение влажности с 20 до 58 % идет более интенсивно в первые 16 часов, далее при насыщении субстрата рост влажности сокращается и достигает своего максимального значения 80 % примерно через 95 часов.

Аналогичная картина наблюдается при нормах полива в 1,25 л/м² и 2,5 л/м², граничные условия которых достигаются через 48 и 24 часа соответственно.

Исследования по определению отношения влажности к глубине пропитывания субстрата при различных нормах полива проводились на участке площадью 1 м². Внесение поливной нормы производилось с помощью лабораторной дождевальной установки. Полученные результаты представлены на рисунке 4.

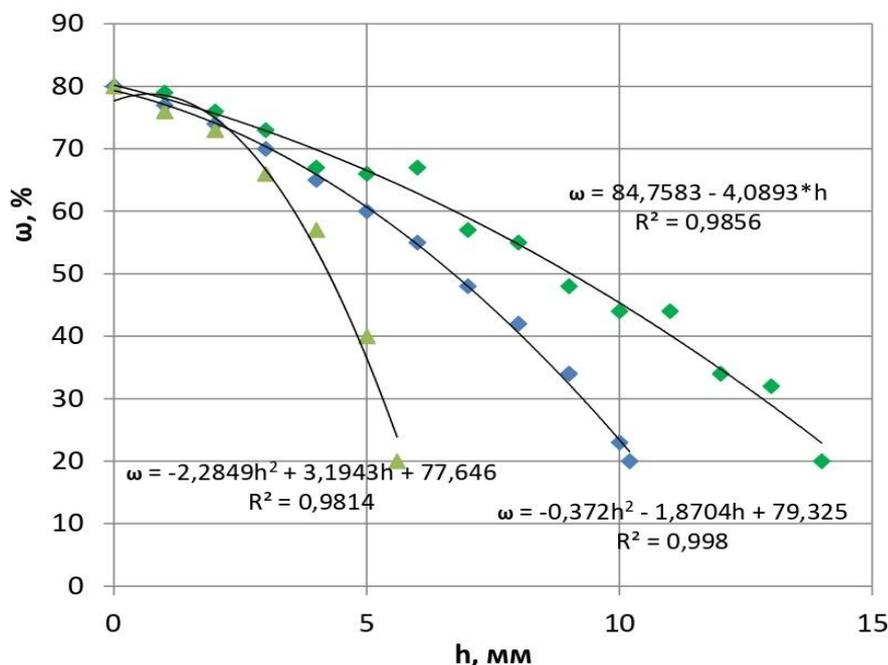


Рисунок 4. График отношения влажности (ω) к глубине пропитывания субстрата (h), при различных нормах полива

Исследования показали, что с увеличением нормы полива, увеличивается глубина просачивания влаги в субстрат.

Выводы

1. В результате исследований было установлено, что влажность субстрата меняется по глубине с учетом норм полива, в частности при поливе с нормой 0,62 л/м² в горизонте от 0 до 0,30 м была наибольшая влажность и составляла от 80 до 70 %, при дальнейшем увеличении глубины влажность снижалась на 50 % и достигала минимума при 20 %. Аналогичная картина прослеживалась и при последующих опытах с отличными нормами полива, однако было установлено, что при увеличении нормы полива влажность, приближающаяся к 80 %, находилась на большей глубине, так, в частности, при максимальной норме полива 2,5 л/м² влажность в диапазоне от 70 до 80 % колебалась на глубине в горизонте от 0 до 0,45 м. Дальнейшее снижение до 20 % было зафиксировано на глубине от 0,13 до 0,15 м, что свидетельствовало о полной пропитке слоя субстрата без выхода воды в осадок.

2. В результате исследований была определена полная влагоемкость субстрата, которая составила 80%. Было определено время впитывания воды субстратом, зависящее от расхода выливаемой воды на субстрат. При норме полива 0,62 л/м² полная влагоемкость достигается за 95 часов, а при нормах полива в 1,25 л/м² и 2,5 л/м² граничное условие достигалось за 48 ч и 24 ч соответственно.

3. Определены граничные условия отношения влажности к глубине пропитывания субстрата при различных нормах полива. Установленные параметры позволят разработать технические устройства для внесения поливной нормы с оптимальными агротехническими параметрами.

Список источников

1. Авдеенко С.С. Особенности производства шампиньона в мелкотоварном секторе Ростовской области // Вопросы науки 2019: потенциал науки и современные аспекты: сб. науч. тр. по матер. I Междунар. научн.-практ. конф., 18 декабря 2019 г. Анапа: ООО «Научно-исследовательский центр экономических и социальных процессов» в Южном Федеральном округе, 2019. С. 66-69.
2. Афанасьев В.И. Об экономической эффективности грибоводства в России // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. М.: ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ, 2020. №8. С. 99-103.
3. Батин А.А., Мазурин И.В., Богородский А.Б. Коммерческие перспективы производства шампиньонов // Актуальные проблемы менеджмента в экономике XXI века: Сб. науч. тр. по матер. междунар. науч.-практ. конф. 21-22 мая 2014 года, Ярославль. 2014. С. 104-106.
4. Ветеринарно-санитарная экспертиза и оценка шампиньонов / О. С. Крючкова, А. А. Шульгина, М. Е. Аралова, К. В. Порошин // Развитие науки и образования в современном мире: Сб. науч. тр. по матер. Междунар. науч.-практ. конф.: в 6 частях, Москва, 31 марта 2015 год. Москва: ООО «АР-Консалт», 2015. С. 167-168.
5. Гилёв В.Ю. Физика почв / Учебно-методические указания по полевой практике 2012. 37 с.
6. Девочкина Н.Л., Нурметов Р.Д., Долгих Л.И. Промышленное культивирование – основа для развития грибоводства в России // Теплицы России. №3. 2012. С. 39-43.
7. Девочкина Н.Л., Нурметов Р.Д., Дугуниева Л. Г. Плодоношение шампиньона при укрытии субстрата покровным грунтом // Картофель и овощи. 2020. № 4. С. 22-25.
8. Девочкина Н.Л. Агротехнологическое обоснование промышленного культивирования шампиньона двуспорового: дисс... д-ра с.-х. н., Москва. 2004. 370 с.
9. Девочкина Н.Л., Нурметов Р.Дж., Дугуниева Л.Г. Плодоношение шампиньона при укрытии субстрата покровным грунтом // Картофель и овощи. 2020. №4. С. 22-25.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям. Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. Москва: Альянс, 2011. С. 15-20.
11. Еникиев Р.И., Ибатуллина А.Р. Технология приготовления питательных субстратов для выращивания шампиньонов // NovaInfo.Ru. 2017. Т. 1. № 59. С. 158-162.
12. Коробская А.Д., Цветкова Л.А. Особенности организации бизнеса по выращиванию грибов шампиньонов // Современные проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса региона: сб. тр. науч.-практ. конф. преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов экономического факультета Новосибирского ГАУ, 10-13 апреля 2018 года. Новосибирск: Издательский центр НГАУ «Золотой колос», 2018. С. 138-141.
13. Крутов А.В., Шихарев И.А. К вопросу промышленного выращивания шампиньонов в Республике Беларусь // Агропанорама. 2021. № 4(146). С. 17-21.
14. Курагодникова Г.А., Тельнова Е.М. Культура шампиньонов // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 2. С. 8-16.
15. Лазарева Т.Г., Александрова Е.Г. Производство грибов в России: основные проблемы и перспективы // Успехи современной науки и образования. Белгород, 2017. Т.5 №4. С. 181-185.
16. Михалев Е.В., Насонова Л.В., Самсонова М.В. Влияние толщины слоя покровной земли на урожайность шампиньона в ЗАО Агрокомбинат «Горьковский» // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. Т. 1. С. 263-268.
17. Назранов Х.М., Карежева З.М., Губжокова Д.А. Оптимизация технологии приготовления компоста и покровного материала при культивировании шампиньона

двуспорового // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования, с. Соленое Займище, 28 февраля 2018 года. С. Соленое Займище: Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия, 2018. С. 629-633.

18. Оптимизация технологии приготовления компоста и покрывного материала при культивировании шампиньона двуспорового / Назранов Х.М., Карежева З.М., Губжокова Д.А., Бахтиярова Н.В. // Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность: сб. матер. IV Междунар. науч.-практ. конф. Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2018. С. 7-10.

19. Промышленное грибоводство как инновационное направление экономической деятельности в сфере АПК / Солдатенко А.В., Разин А.Ф., Нурметов Р.Д., Девочкина Н.Л. // Овощи России. 2018. №3 (41). С. 89-92.

20. Титова Ю.А. Производство шампиньона путем мультибиоконверсии отходов бикультуры шиитаке и вешенки // Современная микология в России: матер. 4 Микологического форума, 14–15 апреля. Москва. 2020. С. 462-464.

21. Aleksandrova E.G. Assessment of yield and quality of double-spore champignon mushrooms / E.G. Aleksandrova, V.A. Milyutkin, O.A. Blinova // BIO Web of Conferences: International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources» (FIES 2019), Kazan, 13-14 ноября 2019 года. Kazan: EDP Sciences Publ., 2020. P. 00040.

References

1. Avdeenko S.S. Features of champignon production in the small-scale sector of the Rostov region. Questions of science 2019: the potential of science and modern aspects: a collection of scientific papers based on the materials of the I International Scientific and Practical Conference, Anapa, December 18, 2019. Anapa: Limited Liability Company «Research Center of Economic and Social Processes». Publ. in the Southern Federal District, 2019. Pp. 66-69.

2. Afanasyev V.I. About the economic efficiency of mushroom farming in Russia. Economics, labor, management in agriculture. M.: FGBNU FNC VNIIESH, 2020. No. 8. Pp. 99-103.

3. Batin A.A., Mazurin I.V., Bogorodsky A.B. Commercial prospects for the production of champignons. Collection of scientific papers based on the materials of the international scientific and practical conference "Actual problems of management in the economy of the XXI century", Yaroslavl, May 21-22, 2014. Yaroslavl State Agricultural Academy; under the general editorship of Ph.D. Associate Professor A.M. Sukhovskaya. Yaroslavl: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Yaroslavl State Agricultural Academy", 2014. Pp. 104-106.

4. Veterinary and sanitary examination and evaluation of champignons. O. S. Kryuchkova, A. A. Shulgina, M. E. Aralova, K. V. Poroshin. Development of science and education in the modern world : A collection of scientific papers based on the materials of the International Scientific and Practical Conference: in 6 parts, Moscow, March 31, 2015. AR-Consult LLC. Moscow: Limited Liability Company "AR-Consult" Publ., 2015. Pp. 167-168.

5. Gilev V.Yu. Physics of soils. Educational and methodological guidelines for field practice 2012. 37 p.

6. Devochkina N.L., Nurmetov R.D., Dolgikh L.I. Industrial cultivation is the basis for the development of mushroom farming in Russia. Greenhouses of Russia. Publ. No.3. 2012. Pp. 39-43.

7. Devochkina N.L., Nurmetov R.D., Dugunieva L. G. Fruiting of champignons when covering the substrate with a cover soil. Potatoes and vegetables. Publ. 2020. No. 4. Pp. 22-25.

8. Devochkina H.L. Agrotechnological substantiation of industrial cultivation of double-leaf champignon: Dissert. for the academic degree, Doctor of agricultural sciences. Moscow. 2004. 370 p.

9. Devochkina N. L., Nurmetov R. D., Dugunieva L. G. Fruiting of champignons when covering the substrate with a cover soil. Potatoes and vegetables. Publ. 2020. No. 4. Pp. 22-25.
10. Dospekhov B. A. Methodology of field experience : (with the basics of statistical processing of research results) : textbook for students of higher agricultural educational institutions in agronomic specialties Ed. 6th, erased, reprinted from the 5th ed. 1985. Moscow : Alliance, Publ. 2011. Pp. 15-20.
11. Enikiev R. I., Ibatullina A.R. Technology of preparation of nutrient substrates for growing champignons. NovaInfo.Ru Publ. 2017. Vol. 1. No. 59. Pp. 158-162.
12. Korobskaya A.D., Tsvetkova L.A. Features of business organization for growing mushrooms. Modern problems and prospects for the development of the agro-industrial complex of the region : Proceedings of the scientific and practical conference of teachers, graduate students, undergraduates and students of the Faculty of Economics of Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, April 10-13, 2018. Novosibirsk: Publishing Center of NGAU "Golden Ear" Publ., 2018. Pp. 138-141.
13. Krutov A.V., Shikharev I.A. On the issue of industrial cultivation of champignons in the Republic of Belarus. Agropanorama. 2021. No. 4(146). Pp. 17-21.
14. Kuragodnikova G.A., Telnova E.M. Culture of champignons. Science and Education. 2021. Vol. 4. No. 2. Pp. 8-16.
15. Lazareva T.G., Alexandrova E.G. Mushroom production in Russia: main problems and prospects. Successes of modern science and education. Belgorod, 2017. Vol.5. No.4. Pp. 181-185.
16. Mikhalev, E. V., Nasonova L. V., Samsonova M. V. The effect of the thickness of the cover earth layer on the yield of champignons in CJSC Agrokombinat "Gorky". Bulletin of the Nizhny Novgorod State Agricultural Academy. 2012. Vol. 1. Pp. 263-268.
17. Nazranov H. M., Karezheva Z. M., Gubzhokova D. A. Optimization of the technology of compost preparation and cover material in the cultivation of double-leaf champignon. H. M. Nazranov. The current ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of rational nature management, Saline Zaymishche village, February 28, 2018. Saline Zaymishche village: Caspian Research Institute of Arid Agriculture, 2018. Pp. 629-633.
18. Optimization of the technology of compost preparation and coating material in the cultivation of double-leaf champignons. Nazranov H.M., Karezheva Z.M., Gubzhokova D.A., Bakhtiyarova N.V. Agricultural land use and food security: collection of materials of the IV International Scientific and Practical Conference. Nalchik: Kabardino-Balkarian State University, 2018. Pp. 7-10.
19. Industrial mushroom growing as an innovative direction of economic activity in the field of agriculture / Soldatenko A.V., Razin A.F., Nurmetov R.D., Devochkina N.L. // Scientific and practical journal "Vegetables of Russia" Publ. 2018. No. 3 (41). Pp. 89-92.
20. Titova, Yu. A. Champignon production by multibioconversion of shiitake and oyster mushroom biculture waste. Modern Mycology in Russia: Materials of the 4th Mycological Forum, Moscow, April 14-15, 2020. Pp. 462-464.
21. Aleksandrova E.G. Assessment of yield and quality of double-spore champignon mushrooms. E.G. Aleksandrova, V.A. Milyutkin, O.A. Blinova. BIO Web of Conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019), Kazan, November 13-14, 2019. Kazan: EDP Sciences Publ., 2020. P. 00040.

Информация об авторах

И.Р. Азизов – аспирант кафедры «Техносферная безопасность и транспортно-технологические машины»;

А.В. Русинов – кандидат технических наук, доцент кафедры «Техносферная безопасность и транспортно-технологические машины»;

А.С. Анисимов – кандидат технических наук, доцент кафедры «Техносферная безопасность и транспортно-технологические машины»;

Д.Г. Горюнов – кандидат технических наук, доцент кафедры «Техносферная безопасность и транспортно-технологические машины».

Information about the authors

I.R. Azizov – postgraduate student of the department "Technosphere safety and transport and technological machines";

A.V. Rusinov – candidate of technical sciences, associate professor of the department "Technosphere safety and transport and technological machines";

S.A. Anisimov – candidate of technical sciences, associate professor of the department "Technosphere safety and transport and technological machines";

D.G. Goryunov – candidate of technical sciences, associate professor of the department "Technosphere safety and transport and technological machines".