

Экстремум коэффициента оптимизации находится в диапазоне 3,5-4,0 при рассмотрении факторов влажности экструдированных семян тыквы – X_2 и влажности пшеницы – X_3 , причем из рисунка 4 видно, что оптимальная влажность семян тыквы будет 32-35%, а оптимальная влажность пшеницы 13-15%.

Результаты экспериментальных исследований показывают весьма важную в практическом плане закономерность: при одинаковой влажности семян тыквы и пшеницы, и тем более при влажности пшеницы большей, чем влажность семян тыквы, процесс экструдирования смеси ухудшается. При этом в экструдате встречаются частицы необработанной пшеницы. Поэтому в дальнейшем было принято решение для получения экструдатов с повышенным содержанием липидов в качестве наполнителя использовать пшеницу с влажностью 13-15%, при влажности семян тыквы 32-35%. Такие параметры экструдированного сырья позволяют получить приемлемое качество экструдата с высоким содержанием липидов (6,0-7,5%) при содержании в обрабатываемой смеси 20-25% семян тыквы. Коэффициент взрыва получаемого экструдата находится в пределах 3,4-3,6.

Заключение. Результаты исследований показывают, что с уменьшением доли семян тыквы в смеси до 20-25% индекс расширения экструдата возрастает до 3,4-3,6. При этом данный критерий качества полученного функционального композита существенно зависит от соотношения влажности экструдированных зерен пшеницы и семян тыквы, а также влажности экструдированной смеси в целом. Для получения функционального композита из смеси зерна пшеницы и семян тыквы с приемлемым коэффициентом взрыва (3,0-3,2) в качестве наполнителя можно использовать пшеницу с влажностью 13-15% в количестве 75-80% к экструдированной массе. При этом влажность обрабатываемых семян тыквы необходимо поддерживать в пределах 32-35% с тем, чтобы обеспечить влажность экструдированной смеси в пределах 18-20%.

Библиографический список

1. Курочкин, А. А. Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Известия Самарской ГСХА. – 2014. – №4. – С. 70-74.
2. Курочкин, А. А. Получение экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья с заданной пористостью // А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – №06 (22). – С. 109-104.
3. Курочкин, А. А. Системный подход к разработке экструдера для термовакуумной обработки экструдата // Инновационная техника и технология. – 2014. – №4 (01). – С. 17-21.
4. Курочкин, А. А. Функциональный композит на основе экструдированной смеси пшеницы и семян тыквы / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Инновационная техника и технология. – 2014. – №4 (01). – С. 36-40.
5. Курочкин, А. А. Теоретическое обоснование термовакуумного эффекта в рабочем процессе модернизированного экструдера / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Известия Самарской ГСХА. – 2015. – №3. – С. 14-20.
6. Пат. 2162646 Российская Федерация, МПК7A23L1/30, A61K35/78. Биологически активная пищевая добавка / Дорофейчук В. Г., Плетнева Н. Б., Груздева А. Е. – № 98113868/13; заявл. 14.07.1998; опубл. 10.02.2001, Бюл. № 6. – 3 с.
7. Пат. 2561934 Российская Федерация, МПКА23Р 1/12, B29C 47/38. Экструдер с вакуумной камерой / Шабурова Г. В., Воронина П. К., Шабнов Р. В. [и др.]. – №2014125348/13; заявл. 23.06.2014; опубл. 10.06.2015, Бюл. № 25. – 7 с.
8. Шешнищан, И. Н. Жирнокислотный состав масла семян тыквы тыквенных семян в производстве продуктов функционального назначения / И. Н. Шешнищан, Г. В. Шабурова // Известия Самарской ГСХА. – 2012. – №4. – С. 103-106.
9. Шешнищан, И. Н. Применение экструдата тыквенных семян в производстве продуктов функционального назначения / И. Н. Шешнищан, Г. В. Шабурова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – №06 (22). – С. 96-100.
10. Steel, C.J. Thermoplastic Extrusion in Food Processing / C. J. Steel, M.G. VernazaLeoro, M. Schmiele [et. al] // Thermoplastic Elastomers. – Tech, 2012. – P. 265-290.

УДК 635.8:581.192. 7

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГРИБОВ ШАМПИНЬОНА ДВУСПОРОВОГО

Дулов Михаил Иванович, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой «Технология производства и экспертиза продуктов из растительного сырья», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: dulov-tehfak@mail.ru

Александрова Екатерина Георгиевна, ст. преподаватель кафедры «Технология производства и экспертиза продуктов из растительного сырья», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: fegtgf@mail.ru

Ключевые слова: пищевая, ценность, регуляторы, шампиньон, двуспоровый, субстрат, покровная.

Цель исследований – улучшение качества грибов шампиньона двуспорового за счёт регуляторов роста и сроков их применения с поливом покровной почвы. Выявлено, что при приготовлении синтетического субстрата в зимний период времени в основном формируется одна волна урожая грибов. Больше всего сырого протеина в плодовых телах содержится при выращивании шампиньона двуспорового с поливом покровной почвы 0,005% водным раствором регулятора роста «Байкал ЭМ 1», «Гумат натрия» и «Мивал-Агро», а максимальное количество минеральных веществ при применении регуляторов роста «НВ-101». При культивировании шампиньона двуспорового на субстрате, приготовленном в летний период времени, обеспечивается получение двух волн урожая грибов. Выявлено, что в грибах урожая первой волны, собранных с субстрата, приготовленного в летний период, содержание сырого протеина, сырой клетчатки и сырого жира больше, чем в грибах, выращенных на субстрате, приготовленном в зимний период времени. Максимальное количество сырого протеина наблюдается в сухом веществе плодовых тел при применении регулятора роста «Байкал ЭМ 1». Наибольшим содержанием сырой клетчатки грибы первой волны плодоношения отличаются при культивировании шампиньона двуспорового с использованием регулятора роста «Байкал ЭМ 1» и «НВ-101», а грибы второй волны при применении 0,005% водного раствора регулятора роста «Гумат натрия». Сухое вещество грибов урожая первой волны, выращенных на субстрате с применением регуляторов роста, несколько больше содержит сырой золы, фосфора, кальция, магния и натрия, особенно при поливе покровной почвы водным раствором препарата «Байкал ЭМ 1».

Особенностью российского грибоводства является большое разнообразие применяемых технологий и оборудования для приготовления субстрата и выращивания грибов [3, 4, 8]. Проблема обеспечения населения экологически безопасными белоксодержащими продуктами всегда является в центре внимания ученых. Многие ученые считают, что в будущем две трети потребностей человека в белках будет удовлетворяться за счет промышленного производства съедобных грибов. Это обусловлено тем, что культивируемые грибы – ценный белковый пищевой продукт.

Они содержат до 35% протеина, все незаменимые аминокислоты, биологически активные вещества, повышающие иммунитет человека к различным инфекциям [2, 5]. Одной из ценнейших в пищевом отношении культур, выращиваемых в сооружениях защищенного грунта, является шампиньон двуспоровый [1]. Его можно получать в течение круглого года непрерывно [7].

Важным элементом современных технологий возделывания различных культур, в том числе и съедобных грибов, является применение стимуляторов роста. Их применение обеспечивает получение экологически безопасной продукции и окупается значительной прибавкой урожая при низких затратах на обработки [6]. Важнейший аспект их действия – повышение устойчивости растений к заболеваниям и неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам.

В настоящее время рынок грибов в России испытывает дефицит свежей и переработанной продукции, и одной из его важных проблем является выращивание грибов товарного качества, его сохранение и донесение до потребителей в неизменном виде, так как грибы являются скоропортящимся продуктом питания. В связи с этим повышается роль использования известных и новых природных и синтетических регуляторов роста при выращивании культивируемых грибов.

Цель исследований– улучшение качества грибов шампиньона двуспорового за счёт регуляторов роста и сроков их применения с поливом покровной почвы.

Задачи исследований – изучить влияние вида регулятора роста и сроков их применения на химический и минеральный состав плодовых тел при выращивании шампиньона двуспорового на синтетическом субстрате, приготовленном в зимний и летний период времени.

Материалы и методы исследований. Исследования по изучению влияния регуляторов роста и сроков их применения на изменение химического состава плодовых тел шампиньона двуспорового проводились в 2012-2013 гг. на кафедре «Технология производства и экспертиза продуктов из растительного сырья» технологического факультета ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА. Схема проведения исследований следующая: Фактор А (наименование регулятора роста): 1) полив почвы без регулятора роста (контроль); 2) полив почвы 0,005% раствором регулятора роста «Альбит»; 3) полив почвы 0,005% раствором регулятора роста «Байкал ЭМ 1»; 4) полив почвы 0,005% раствором регулятора роста «Гумат натрия»; 5) полив почвы 0,005% раствором регулятора роста «МЕГАМИКС»; 6) полив почвы 0,005% раствором регулятора роста «Мивал-Агро»; 7) полив почвы 0,005% раствором регулятора роста «НВ-101»; 8) полив почвы 0,005% раствором регулятора роста «Эпин-экстра». Фактор Б (сроки применения регулятора роста): 1) полив покровной почвы; 2) полив покровной почвы + после урожая первой волны. Повторность в опытах четырехкратная. Норма внесения мицелия составляла 5,0% от массы сырого субстрата. Норма расхода водного раствора регулятора роста за два приема полива составляла 8...10 л на 1 м². Количество волн плодоношения – 2 волны. Высота субстрата 15 см. Применяли штамм шампиньона двуспорового (*Agaricus bisporus*) – А-15 (белый). Исследования проводили на субстрате, приготовленном в условиях ООО «Орикс» в зимний (февраль-март) и летний (август-

сентябрь) период времени. Состав синтетического субстрата следующий: 50% пшеничная солома, 50% птичий помет. На 1 т приготовленного субстрата вносили 60 кг гипса. Содержание органического азота в субстрате по годам исследований и периодам закладки изменялось в пределах 2,1...2,4%, аммонийного азота было не более 0,02% на сухое вещество, pH – 6,9-7,4.

Результаты исследований. В наших опытах урожайность грибов шампиньона двуспорового, а также продолжительность плодоношения во многом зависела от времени приготовления синтетического субстрата. При приготовлении субстрата в зимний период времени (февраль-март) в основном наблюдалась только одна волна плодоношения, а при приготовлении субстрата в летний период времени (август-сентябрь) – две волны плодоношения.

Питательная ценность грибов в первую очередь определяется их химическим составом. Химический состав грибов, так же как их биологические свойства и развитие, отличается характерным своеобразием, отражающим условия жизни и питания грибных организмов.

Когда говорят о пищевой ценности грибов, в первую очередь подразумевают именно белки, процентное содержание которых в свежих грибах изменяется в пределах от 3 до 6%, но при высушивании оно увеличивается до 30 и более грамм на 100 г массы. Считается, что грибной белок усваивается плохо и большая его часть проходит организм «транзитом». Виной всему высокое содержание полисахаридахитина – он составляет основу клеточной стенки грибов.

В таблице 1 представлены данные по химическому составу грибов шампиньона двуспорового урожая первой волны, полученного с субстрата, приготовленного в зимний период времени. Наибольшее содержание азотистых веществ в сухом веществе грибов отмечено при выращивании шампиньона двуспорового на синтетическом субстрате с поливом покровной почвы 0,005% водным раствором регулятора роста «Байкал ЭМ 1», «Гумат натрия» или «Мивал-Агро». На данных вариантах опыта в грибах содержание общего азота за годы исследований изменялось в среднем от 4,89 до 4,92%, а количество сырого протеина было на уровне 30,54...30,74% на а.с.в., что соответственно на 0,28...0,31% по общему азоту и на 1,72...1,92% по количеству сырого протеина больше, чем на контроле, где грибы выращивали без применения регуляторов роста.

Таблица 1

Химический состав грибов шампиньона двуспорового, выращенных на синтетическом субстрате, приготовленном в зимний период времени, % на а.с.в.

Состав плодовых тел	Регуляторы роста							
	без регулятора роста (контроль)	Альбит	Байкал ЭМ 1	Гумат натрия	МЕГА-МИКС	Мивал-Агро	НВ-101	Эпин-экстра
Азот	4,61	4,81	4,89	4,89	4,86	4,92	4,74	4,87
Протеин	28,82	30,04	30,56	30,54	30,38	30,74	29,60	30,43
Клетчатка	7,33	7,92	8,05	7,95	7,69	7,63	8,09	7,88
Жир	1,63	1,72	1,91	1,78	1,73	1,86	1,86	1,91
Зола	5,82	6,09	6,13	6,10	6,17	6,19	6,14	6,15
БЭВ	56,41	54,24	53,36	53,65	54,04	53,59	54,33	53,65
Калий	3,29	3,54	3,73	3,74	3,59	3,57	3,77	3,68
Фосфор	0,79	0,75	0,80	0,83	0,69	0,74	0,83	0,76
Кальций	0,051	0,053	0,067	0,062	0,057	0,065	0,073	0,071
Магний	0,13	0,12	0,13	0,12	0,11	0,11	0,14	0,13
Натрий	0,069	0,067	0,065	0,080	0,072	0,067	0,070	0,072

Что касается содержания клетчатки в грибах, то чем её больше, тем сложнее грибы усваиваются организмом. Наибольшее содержание сырой клетчатки в грибах урожая первой волны наблюдалось на вариантах с двукратным поливом покровной почвы водным раствором регулятора роста «НВ-101» или «Байкал ЭМ 1» и составляло 8,09 и 8,05% а.с.в. соответственно. Меньше всего сырой клетчатки содержалось в грибах, выращенных без применения регуляторов роста (контроль), а также на вариантах с двукратным поливом покровной почвы водным раствором регулятора роста «Мивал-Агро» (7,33 и 7,63% а.с.в.).

Содержащиеся в грибах жиры практически полностью усваиваются. В их состав входят такие важные соединения, как лецитин, который в организме человека способствует предотвращению накопления холестерина, а также эргостерин, из которого в организме вырабатывается витамин D. Больше всего массовой доли сырого жира в сухом веществе плодовых тел шампиньона двуспорового отмечено при выращивании грибов на синтетическом субстрате с применением регулятора роста «Байкал ЭМ 1» или «Эпин-экстра» (1,91%). Несколько меньшее содержание сырого жира в сухом веществе плодовых тел (1,78...1,86%) наблюдалось при выращивании шампиньона двуспорового с поливом покровной почвы водным раствором регулятора роста «Гумат натрия», «Мивал-Агро» или «НВ-101», а наименьшее его количества было в грибах, собранных с контрольного варианта опыта, т.е. без применения регуляторов роста (1,63% а.с.в.).

Кроме белков, жиров и углеводов грибы содержат определенное количество минеральных элементов, входящих в твердый остаток сухого вещества – золу. Общее количество зольных элементов в грибах шампиньона двуспорового несколько отличалось по вариантам опыта полива покровной почвы водным раствором изучаемых регуляторов роста. Отмечено, что с применением регуляторов роста количество сырой золы в сухом веществе плодовых тел возрастает, особенно с двукратным поливом покровной почвы водным раствором регулятора роста «МЕГАМИКС» или «Мивал-Агро» и было на уровне 6,17...6,19% на а.с.в.

Содержание калия, фосфора, магния, кальция и натрия в грибах урожая первой волны также во многом зависело от вида применяемого регулятора роста при поливе покровной почвы водным их раствором. Данные таблицы 1 показывают, что в золе грибов шампиньона двуспорового содержится весьма значительное количество калия и фосфора, которые в общей сумме составляют 70% и более всей массы золы. Максимальное содержание макроэлементов в плодовых телах шампиньона двуспорового наблюдалось при проведении двукратного полива покровной почвы водным раствором регулятора роста «НВ-101» (калий – 3,77%; фосфор – 0,83%, кальций – 0,073%, магний – 0,14% и натрий – 0,070% на а.с.в.).

При выращивании шампиньона двуспорового на синтетическом субстрате, приготовленном в летний период времени, обеспечивается получение двух волн урожая плодовых тел. Содержание азота и сырого протеина, сырой клетчатки и сырого жира в грибах шампиньона двуспорового, собранных с субстрата, приготовленного в летний период времени, как правило, больше, чем в грибах с субстрата, приготовленного в зимний период (табл. 2).

Таблица 2

Химический состав грибов шампиньона двуспорового, выращенных на синтетическом субстрате, приготовленном в летний период времени, % на а.с.в.

Состав плодовых тел	Регуляторы роста							
	без регулятора роста (контроль)	Альбит	Байкал ЭМ 1	Гумат натрия	МЕГАМИКС	Мивал-Агро	НВ-101	Эпин-экстра
Полив покровной почвы								
Азот	4,74*	4,86	4,97	4,87	4,85	4,83	4,80	4,85
Протеин	29,58	30,36	31,00	30,39	30,27	30,17	29,96	30,31
Клетчатка	7,20	7,89	8,81	8,31	8,06	8,19	8,29	7,43
Жир	1,65	1,67	1,51	1,88	1,60	1,79	1,66	1,67
Зола	5,68	6,13	6,29	6,05	6,11	6,08	5,97	6,01
БЭВ	55,91	53,96	52,41	53,39	53,97	53,83	54,11	54,60
Калий	3,34	3,49	3,70	3,47	3,58	3,50	3,43	3,51
Фосфор	0,72	0,69	0,80	0,67	0,65	0,65	0,65	0,65
Кальций	0,051	0,056	0,060	0,056	0,054	0,061	0,051	0,058
Магний	0,12	0,13	0,14	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12
Натрий	0,061	0,064	0,068	0,060	0,058	0,061	0,063	0,063
Полив покровной почвы + после первой волны урожая								
Азот	4,74* 4,78**	4,84 4,84	4,97 4,97	4,93 4,91	4,86 4,82	4,85 4,92	4,94 4,86	4,89 4,87
Протеин	29,58 29,86	30,27 30,25	31,06 31,03	30,79 30,65	30,38 30,11	30,29 30,71	30,88 30,33	30,56 30,43
Клетчатка	7,20 7,26	7,24 8,10	8,17 8,07	7,99 8,32	8,40 7,63	7,33 8,21	8,07 7,49	7,20 7,55
Жир	1,65 1,60	1,84 1,64	1,74 1,66	1,91 1,89	1,67 1,58	1,82 1,61	1,81 1,56	1,66 1,64
Зола	5,68 5,81	5,90 5,93	6,27 6,28	5,91 5,97	5,97 6,00	5,97 5,88	5,89 5,95	6,12 5,99
БЭВ	55,91 55,48	54,77 54,09	52,77 52,97	53,41 53,19	53,60 54,69	54,60 53,61	53,37 54,68	54,47 54,40
Калий	3,34 3,42	3,50 3,58	3,79 3,76	3,52 3,57	3,54 3,57	3,57 3,50	3,53 3,54	3,64 3,58
Фосфор	0,72 0,62	0,68 0,62	0,74 0,74	0,65 0,64	0,66 0,66	0,65 0,65	0,63 0,65	0,67 0,64
Кальций	0,051 0,041	0,039 0,044	0,050 0,049	0,041 0,040	0,042 0,045	0,041 0,043	0,039 0,042	0,042 0,044
Магний	0,12 0,07	0,07 0,06	0,11 0,11	0,07 0,08	0,08 0,08	0,07 0,07	0,07 0,08	0,09 0,07
Натрий	0,061 0,046	0,044 0,047	0,060 0,055	0,048 0,051	0,049 0,046	0,046 0,046	0,045 0,046	0,044 0,051

Примечание: * урожай грибов первой волны; ** - урожай грибов второй волны.

В зависимости от вида регулятора роста и срока полива покровной почвы химический состав грибов по волнам плодоношения значительно отличается. Наибольшее количество общего азота в сухом веществе

грибов первой волны плодоношения наблюдалось на вариантах опыта с поливом покровной почвы водным раствором регулятора роста «Байкал ЭМ 1» и составляло в среднем 4,97%, что на 0,23% больше, чем на контроле, где регуляторы роста при выращивании шампиньона двуспорового не применялись. На других вариантах опыта с поливом покровной почвы водным раствором регуляторов роста «Альбит»; «Гумат натрия», «МЕГАМИКС», «Мивал-Агро», «НВ-101» или «Эпин-экстра» количество общего азота в грибах также было больше, чем на контроле, и изменялось в пределах 4,80...4,87% на а.с.в.

Закономерность положительного влияния регуляторов роста на увеличение количества общего азота в сухом веществе грибов, выращенных на синтетическом субстрате, приготовленном в летний период времени, сохранялась и при получении урожая второй волны плодоношения шампиньона двуспорового.

В грибах урожая второй волны наибольшее количество общего азота отмечалось на вариантах с поливом покровной почвы и повторно после сбора урожая первой волны водным раствором регулятора роста «Байкал ЭМ 1» (4,97% на а.с.в.).

Наименьшее содержание сырого протеина, как в грибах урожая первой волны, так и в грибах урожая второй волны, отмечалось на контроле, где при культивировании шампиньона двуспорового регуляторы роста не применялись (29,58...29,86% на а.с.в.). Максимальное же количество сырого протеина в грибах урожая первой (полив покровной почвы) и второй (полив покровной почвы + после первой волны урожая) волны наблюдалось на вариантах с применением водного раствора регулятора роста «Байкал ЭМ 1» и равнялось соответственно 31,00 и 31,03% а.с.в.

Максимальное содержание сырой клетчатки в урожае грибов первой волны наблюдалось с использованием регулятора роста «Байкал ЭМ 1» и «НВ-101» (8,81 и 8,29% на а.с.в.), а в урожае грибов второй волны на вариантах с применением регулятора роста «Гумат натрия» и «Мивал-Агро» (8,32 и 8,21% а.с.в. соответственно). Больше всего сырого жира в урожае грибов первой и второй волны отмечено на вариантах с применением 0,005% водного раствора регулятора роста «Гумат натрия» (1,88 и 1,89% на а.с.в.).

Содержание сырой золы в сухом веществе грибов с применением регуляторов роста увеличивалось по отношению к контролю на 0,47...0,61%. Максимальное содержание сырой золы в урожае грибов первой и второй волны отмечено при использовании водного раствора регулятора роста «Байкал ЭМ 1» и равнялось соответственно 6,29 и 6,28% на а.с.в.

Минеральный состав грибов шампиньона двуспорового, выращенных на субстрате, приготовленном в летний период времени, значительно изменялся по вариантам опыта в зависимости от волны плодоношения, вида регулятора роста и способа их применения. Значительный интерес по содержанию в грибах минеральных веществ представляет калий, регулирующий работу сердечной мышцы. Его максимальное содержание в сухом веществе плодовых тел шампиньона двуспорового на уровне 3,70% в урожае грибов первой волны и 3,76% в урожае второй волны наблюдалось на вариантах с применением регулятора роста «Байкал ЭМ 1».

Также, не менее важным, является содержание в грибах фосфора, участвующего в обмене веществ и входящего в состав белков и нуклеиновых кислот. При выращивании шампиньона двуспорового на субстрате, приготовленном в летний период времени, максимальное его количество, как в урожае грибов первой волны, так и в урожае второй волны, отмечалось на вариантах с применением рострегулирующего вещества «Байкал ЭМ 1» и составляло соответственно 0,80 и 0,74% на а.с.в.

Применение регуляторов роста при культивировании шампиньона двуспорового на субстрате, приготовленном в летний период времени, как правило, повышало содержание кальция, особенно в урожае грибов первой волны с поливом водным раствором препарата «Байкал ЭМ 1» или «Мивал-Агро» (0,060 и 0,061% а.с.в. соответственно).

Магний необходим организму для стимуляции процессов роста, окислительно-восстановительных процессов, образования костной ткани. Максимальное содержание магния было обнаружено в грибах урожая первой волны, выращенных с применением регулятора роста «Байкал ЭМ 1» и «Альбит» (0,14 и 0,13% а.с.в.).

Отмечено, что грибы шампиньона двуспорового можно использовать в бессолевых диетах, поскольку содержание натрия в них невысокое и эта особенность проявлялась по всем вариантам опыта. В урожае грибов второй волны, по сравнению с грибами урожая первой волны, наблюдалось уменьшение содержания натрия и составляло по вариантам опыта 0,044...0,060% на а.с.в.

Заключение. Химический состав плодовых тел шампиньона двуспорового во многом зависит от времени приготовления синтетического субстрата и применения регуляторов роста в период культивирования в виде проведения поливов покровной почвы 0,005% водным их раствором. В сухом веществе грибов урожая первой волны, выращенных на субстрате с применением регуляторов роста, несколько больше содержится общего азота, сырого протеина, сырой золы, фосфора, кальция, магния и натрия.

1. Александрова, Е. Г. Влияние вида и способа внесения органических добавок на продуктивность грибов шампиньона // Перспективы развития науки : сб. статей научн.-практ. конф. – Уфа : РИЦБашГУ, 2014. – С. 66-69.
2. Алексеенко, Е. Н. Пищевая, лечебная и экологическая ценность грибов *Pleurotostreatus* / Е. Н. Алексеенко, Т. М. Полишко, А. И. Винников // Вестник Днепропетровского университета. – Днепропетровск : Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара, 2010. – №18-1. – С. 3-9.
3. Дулов, М. И. Технология культивирования грибов вешенка обыкновенная (*Pleurotostreatus*) методом пастеризации-ферментации в термической камере в условиях грибоводческих хозяйств Поволжья : рекомендации / М. И. Дулов, Е. В. Вялая. – Самара : РИЦСГСХА, 2013. – 74 с.
4. Дулов, М. И. Совершенствование технологии культивирования грибов вешенка на основе приготовления субстрата методом пастеризации-ферментации в термической камере / М. И. Дулов, Е. В. Вялая // Нива Поволжья. – 2011. – №2 (19). – С. 17-21.
5. Закутнова, В. И. Химический состав шляпок и ножек различных видов съедобных грибов долины Нижней Волги / В. И. Закутнова, А. В. Левченко, Е. Б. Закутнова // Астраханский вестник экологического образования. – Астрахань : Нижневолжский экоцентр, 2015. – №1 (31). – С. 72-75.
6. Кузнецова, О. В. Использование природных и синтетических рострегуляторов растений в промышленной микологии и солодоращении // Вестник Днепропетровского университета. – Днепропетровск : Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара, 2010. – №18-1. – С. 86-91.
7. Михайлова, Л. И. Как увеличить урожайность второй волны плодоношения // Школа грибоводства. – 2010. – №6 (66). – С. 6-10.
8. Нурметов, Р. Д. Выращивание шампиньона и вешенки : руководство / Р. Д. Нурметов, Н. Л. Девочкина // Россельхозакадемия, ГНУ ВНИИО. – М., 2010. – 32 с.

УДК664.769

ПОЛИКОМПОНЕНТНЫЙ ЭКСТРУДАТ НА ОСНОВЕ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ И СЕМЯН РАСТОРОПШИ ПЯТНИСТОЙ

Курочкин Анатолий Алексеевич, д-р техн. наук, проф. кафедры «Пищевые производства», ФГБОУ ВПО Пензенский ГТУ.

440061, г. Пенза, ул. Герцена, 44.

E-mail: anatolii_kuro@mail.ru

Фролов Дмитрий Иванович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВПО Пензенский ГТУ.

440072, г. Пенза, ул. Антонова, 26.

E-mail: surr@bk.ru

Ключевые слова: экструдат, пшеница, расторопша, пятнистая, вакуумная, камера, коэффициент.

Цель исследований – обосновать технологические параметры экструзионного процесса и оценить их влияние на получение поликомпонентного экструдата из смеси зерна пшеницы и семян расторопши. Эксперименты выполнялись с помощью одношнекового пресс-экструдера, модернизированного согласно патенту №2561934 RU на изобретение «Экструдер с вакуумной камерой». Объект исследования – смесь зерна пшеницы влажностью 14% и семян расторопши с содержанием воды 22%. Применяемое в исследованиях зерно пшеницы сорта Саратовская 36 характеризовалось следующими показателями: масса 1000 семян равнялась 34,2 г; содержание крахмала, белка, клетчатки и липидов составляло соответственно 52,6; 12,4; 10,2 и 2,2%. Масса 1000 семян расторопши пятнистой сорта Дебют равнялась 26,8 г; содержание липидов, белка и клетчатки в семенах составляло соответственно 24,8; 22,3 и 33,0%. Соотношение семян расторопши и зерна пшеницы в экспериментах варьировалось таким образом, чтобы получить экструдат с содержанием липидов в количестве 13,5-4,5%. Смесь целых зерен пшеницы и семян расторопши пятнистой экструдировали в течение 15-20 с при температуре 100-105 °С с последующим воздействием на выходящий из фильеры матрицы экструдера продукт атмосферным или пониженным давлением воздуха в специальной камере машины. Частота вращения шнека пресса-экструдера составляла 7,5 с⁻¹, диаметр фильеры матрицы – 4 мм. Эксперимент проводился в трехкратной повторности. Статистическая обработка экспериментальных данных, выполненная с помощью корреляционно-регрессионного анализа в среде Microsoft Excel 2010 и Statistica 10, позволила получить математическую модель второго порядка, адекватно описывающую зависимость индекса расширения экструдатов (коэффициента взрыва) от исследуемых факторов. Анализ результатов проведенных исследований показывает, что при влажности перерабатываемой смеси пшеницы и расторопши пятнистой 18-21% пористые экструдаты с коэффициентом взрыва выше 1 в условиях атмосферного давления можно получить лишь в том случае, если применять сырье с содержанием липидов не больше 13,5%. Приемлемое значение коэффициента взрыва экструдатов (3,0-3,5) при переработке сырья с содержанием липидов выше 7% обеспечивается за счет создания в специальной камере экструдера давления воздуха ниже атмосферного.