



Редакционный совет  
журнала

Содержание номера

Голенков В.А. д.т.н., профессор -  
председатель  
Степанов Ю.С. д.т.н., профессор  
зам. председателя  
Светкин В.В. к.т.н., доцент;  
Колчунов В.И. д.т.н., профессор;  
Гордон В.А. д.т.н., профессор;  
Константинов И.С. д.т.н., профессор;  
Садков В.Г. д.э.н., профессор;  
Кулаков А.Ф. к.т.н., доцент;  
Фролова Н.А. к. социол.н., доцент;  
Соков О.А. к.т.н., доцент;  
Борзенков М.И. к.т.н., доцент;  
Поландова Л.И.;  
Одолеева М.В.

**Редколлегия серии:**

Кулаков А.Ф. к.т.н., доцент –  
главный редактор;  
Кузнецова Е.А. к.т.н., доцент - ответ-  
ственный секретарь;  
Цымай Д.В., к.т.н., -  
технический секретарь;  
Корячкина С.Я. д.т.н., профессор;  
Иванова Т.Н. д.т.н., профессор;  
Пащенко Л.П. д.т.н., профессор;  
Ковешникова Е.Н. д.п.н., профессор;  
Некрасов Ю.Н. к.т.н., доцент;

С электронной версией журнала  
можно ознакомиться по адресу  
[www.ostu.ru](http://www.ostu.ru)

Адрес редколлегии серии:  
302020, г.Орел, Наугорское шоссе, 29  
Факультет «Пищевой биотехнологии и  
товароведения ОрелГТУ»  
редколлегия журнала Известия ОрелГТУ  
Серия "Легкая и пищевая  
промышленность"  
e-mail: [kulakov@ostu.ru](mailto:kulakov@ostu.ru);

Формат 69×90/8  
Печать ризография. Бумага  
Офсетная. Усл. печ. л – 12.5  
Заказ № \_\_\_\_\_ Тираж 500 экз.  
Подписано в печать

© ОрелГТУ 2006

**Пищевая промышленность**

Шарыкина Т.В., Галькевич Е.И., Ульяновченко Л.А., Иванова Т.Н. <i>«Овоце-цитрусовый»</i> .....	3
Никулина И. Н. <i>Применение оптического метода для измерения толщины экзокарпия ягод</i> .....	5
Шарыкина Т.В., Мартынова О.В., Иванова Т.Н., Ульяновченко Л.А. <i>Разработка и оценка потребительских свойств молочно-фруктового напитка</i> .....	9
Климова Е.В., Самофалова Л.А. <i>Биоактивация витаминного комплекса семян хозяйственно-значимых двудольных растений гречихи и конопли на ранних фазах прорастания и динамика миграции водорастворимых витаминов при экстракции</i> .....	10
Корячкин В.П., Жучков А.А. <i>Реологические свойства соуса «Рубиновый»</i> .....	15
Корячкина С.Я., Кузнецова Е.А., Пригарина О.М. <i>Влияние мёда и водного экстракта чеснока на некоторые показатели качества зерновой массы и ржано – пшеничного зернового хлеба</i> .....	18
Корячкина С.Я., Кузнецова Е.А., Хмельва Е.В. <i>Влияние ферментных препаратов целлюлолитического действия на качество хлеба из целого зерна</i> .....	22
Корячкина С.Я., Максимова Т.Е. <i>Влияние инулина на качество хлебобулочных изделий лечебно-профилактического назначения</i> .....	24
Корячкина С.Я., Музалевская Р.С., Батурина Н.А. <i>Люпин и возможность его использования в хлебопечении</i> .....	27
Корячкина С.Я., Музалевская Р.С., Тарасова Л.В. <i>Повышение биологической ценности пищевых концентратов при использовании нетрадиционного сырья</i> .....	31
Корячкина С.Я., Сатцаева И.К. <i>Влияние концентрации изогулмона в хмелевом отваре на процесс кислотообразования в хмелевых заквасках</i> .....	32
Корячкина С.Я., Ладнова О.Л. <i>К вопросу создания хлебобулочных изделий для больных сахарным диабетом</i> .....	34
Иванова Т.Н., Новикова О.А. <i>Увеличение срока годности мягкого кислотно-сычужного сыра с растительным компонентом</i> .....	36
Осипова Г.А. <i>Способ производства макаронных изделий из нетрадиционного сырья</i> .....	38
Симоненкова А.П., Самофалова Л.А. <i>Экспериментальное обоснование технологии безмолочного мороженого на основе растительного молока из пророщенных семян двудольных растений</i> .....	45
Иванова Т.Н., Ульяновченко Л.А., Финеева И.А. <i>Исследование потребительских свойств профилактического напитка «Яблочно-черносмородиновый»</i> .....	51

Бычкова Т.С., Артемова Е.Н. Технологическое обоснование использования "поликома" в производстве мороженого.....	54
<b>Экология. Охрана труда</b>	
Горбачев Н.Б., Кваскова Т.В., Павликова А.В. Повышение защитной эффективности спецодежды для работающих с пестицидами в сельском хозяйстве.....	57
Воробьев С.А. Использование методов биоиндикации для оценки устойчивости различных пород городских зеленых насаждений.....	59
Воробьев С.А. Влияние выхлопов автомобильного транспорта на содержание тяжелых металлов в городских экосистемах.....	62
Гераськина Н.П. Определение степени негативного воздействия промышленных предприятий на лесные экосистемы методами биоиндикации.....	64
Гераськина Н.П. Биоиндикационная оценка уровня устойчивости лесных экосистем.....	68
Громова В.С., Буланова Л.Г. Агроэкологическая оценка применения биогумуса и цеолита при выращивании плодово-ягодных и бобовых культур в условиях техногенного загрязнения.....	70
Громова В.С., Дмитровская Т.А., Ткаченко О.А., Шенцова О.В. Биотехнологические аспекты реанимации почв при загрязнении их ксенобиотиками.....	72
Громова В.С., Цвигун И.П. Распределение тяжелых металлов и цезия-137 в склоновых почвах естественных и агроландшафтов. Влияние выбросов промышленных предприятий города Мценска.....	74
Громова В.С., Шенцова О.В. Особенности накопления цезия-137 в растении чечевицы.....	76
Кузнецова Е.А. Содержание тяжелых металлов в почвах типичного агроландшафта Орловской области и их накопление в зерне злаковых культур.....	79
Парахин Ю.А. Экологически целесообразное применение пищевых отходов.....	82
Ткаченко О.А. Агроэкологические аспекты производства и применения вермикомпостов.....	83
Шенцова О.В. Некоторые закономерности поглощения радиоактивного цезия чечевицей на почвах с различным уровнем радиационного загрязнения.....	85
Щербатова Е.В., Тюриков Б.М., Кондакова Е.Ю., Студенникова Н.С. Анализ условий труда и травматизма работников производства вина, алкогольной и безалкогольной продукции и мероприятия по предупреждению несчастных случаев и профессиональной заболеваемости.....	87
Кулаков Д. А. Логическая схема автоматизированной системы аттестации рабочих мест на предприятиях агропромышленного комплекса.....	93
Кулаков Д. А. Разработка концептуальной схемы базы данных автоматизированной системы аттестации рабочих мест на предприятиях агропромышленного комплекса.....	97

## Пищевая промышленность

УДК 637.146.21

### КЕФИР «ОВОЩЕ-ЦИТРУСОВЫЙ»

*Шарыкина Т.В., старший преподаватель*

*Галькевич Е.И., студент*

*Ульянченко Л.А., кандидат технических наук*

*Иванова Т.Н., доктор технических наук*

*Орловский государственный технический университет, Орел, Россия*

Одной из задач государственной политики в области здорового питания является обеспечение высокого качества и безопасности пищевых, в том числе молочных, продуктов, среди которых особое место занимают кисломолочные напитки вследствие их высокой пищевой, биологической ценности и диетических свойств.

Рациональное питание, являющееся основным условием здоровья, невозможно без достаточного потребления кисломолочных напитков. Кроме того, что они содержат, практически, все основные пищевые вещества в легкоусвояемой форме, в их состав входят ферменты, витамины, молочная кислота, антибиотические и другие вещества, образующиеся в процессе жизнедеятельности заквасочной микрофлоры, стимулирующие работу пищеварительной системы организма, подавляющие нежелательную микрофлору кишечника, оказывающие благоприятное воздействие на обменные процессы в организме, его иммунитет.

Кисломолочные продукты активно завоевывают мировой рынок продуктов питания и среди них наибольший удельный вес набирают кисломолочные напитки с добавленной пищевой ценностью. Перспективным направлением в производстве комбинированных кисломолочных продуктов является использование растительного сырья как источника витаминов, минеральных веществ и других биологически активных компонентов. Обогащение кисломолочных продуктов растительным сырьем позволяет также значительно расширить ассортимент кисломолочных продуктов. Комбинированные продукты питания обладают не только высокой пищевой и биологической ценностью, но и хорошими органолептическими показателями.

Одним из подобных продуктов питания является кефир «овоще-цитрусовый», разработанный

на кафедре «Технология и товароведение продуктов питания» ОрелГТУ.

Кефир – один из наиболее популярных напитков в нашей стране. Это единственный кисломолочный продукт, вырабатываемый с использованием естественной симбиотической закваски - кефирных грибков.

В качестве основного сырья для приготовления кефира «овоще-цитрусового» использовали обезжиренное молоко и кефирную закваску. Обезжиренное молоко выбрано в качестве основного сырья по ряду причин.

Во-первых, на сегодняшний день все еще остается актуальным вопрос о переработке вторичного молочного сырья - обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки. Обезжиренное молоко – наиболее выраженный в количественном отношении вид вторичного молочного сырья. При полном и рациональном использовании обезжиренного молока в пищевых целях можно значительно повысить уровень потребления молочного белка, который относится к лучшим видам животного белка. Ассортимент продуктов из обезжиренного молока, который выпускается предприятиями молочной промышленности, не может в полной мере использовать имеющиеся его ресурсы, поэтому обезжиренное молоко в больших объемах идет на корм скоту.

Во-вторых, обезжиренное молоко является ценным сырьем для производства продуктов питания. До 97% белков, углеводов и часть минеральных солей при переработке цельного молока переходят в обезжиренное молоко. По своему витаминному составу обезжиренное молоко также представляет большую ценность, особенно по содержанию витаминов С, В, Е и А. Большой отход белка в обезжиренное молоко делает его очень ценным источником для получения белковых продуктов с большим содержанием витаминов и минеральных солей, полезных для организма человека.

В качестве дополнительного сырья использовали овоще-цитрусовые припасы (ТУ 9168-113-02069038-2000), сахар-песок, а также биологически активные добавки йода в виде порошка из семечек яблок и «Селен-актив» (ТУ 9280-006-17664662-01). Дополнительное сырье обогащает кефир витамина-

ми, пищевыми волокнами, макро- и микроэлементами, а также улучшает органолептические показатели кефира.

Овоще-цитрусовые припасы содержат большой набор биологически активных веществ: каротин, витамины группы В, РР, Н, С, К, пектиновые вещества, клетчатку и другие. Выбор данной добавки объясняется высокой биологической ценностью и довольно низкой себестоимостью.

Йод – главный компонент вырабатываемых щитовидной железой гормонов – трийодтиронина и тироксина. Недостаточность йода у человека приводит к развитию эндемического зоба; понижению интеллектуальных способностей и возможностей; перманентной, накапливающейся усталости; задержке в умственном и физическом развитии ребенка; бесплодию у женщин.

В качестве источника йода используется порошок семян яблок. Имеются сведения о том, что 4-5 семечек яблока способны удовлетворить суточную потребность человека в йоде, которая составляет 90-200 мкг в зависимости от возраста.

Селен – важнейший элемент антиоксидантной защиты организма. Он входит в состав глутатионпероксидазы – фермента, обезвреживающего самые опасные и агрессивные свободные радикалы, именно те, с которыми антиоксиданты справиться не в состоянии. При дефиците селена могут возникать следующие изменения: снижение иммунитета; повышение склонности к воспалительным заболеваниям; снижение функции печени; кардиопатия; болезни кожи, волос и ногтей; атеросклероз; катаракта; репродуктивная недостаточность; замедление роста; патология легких; ускорению развития атеросклероза, ишемической болезни сердца, инфаркта миокарда; заболеваниям суставов, остеохондрозу.

Обогащение продукта селеном производится с помощью биологически активной добавки «Селен-актив». «Селен-актив» - это селен, встроенный в молекулу антиоксиданта. Одна таблетка содержит: селексен – 200 мкг (содержит 50 мкг селена), аскорбиновая кислота (витамин С) – 50 мг, сорбит – 0,197г. Суточная потребность организма в селене составляет 50-70 мкг.

Опытные образцы кефира «овоще-цитрусового» с различной долей вносимых морковно-апельсиновых и свекольно-лимонных припасов

были представлены на дегустационное совещание, проходившее на кафедре «Технология и товароведение продуктов питания» ОрелГТУ. Их органолептическая оценка проводилась в соответствии с нормативной документацией по балльной шкале. При оценке кефира учитывались следующие показатели: внешний вид, консистенция, цвет, вкус и запах по каждому виду продукта.

Наивысшую оценку получил кефир «овоще-цитрусовый» с морковно-апельсиновыми припасами рецептура № 3 и кефир «овоще-цитрусовый» со свекольно-лимонными припасами рецептура №1. Данные рецептуры представлены в таблицах 1 и 2.

Кефир «овоще-цитрусовый» с морковно-апельсиновыми припасами получил наибольший балл по показателю «вкус» - 5. Вкус был чистый, кисломолочный с привкусом апельсина.

Кефир «овоще-цитрусовый» со свекольно-лимонными припасами наиболее высоко оценили по показателю «цвет» - 5 баллов. Цвет был нежно-розовый, характерный для внесенного наполнителя, равномерный по всей массе.

Остальные органолептические показатели были также оценены достаточно высоко. По результатам дегустационного совещания кефир «овоще-цитрусовый» рекомендован в производство.

Таблица 1 – Рецептура кефира «овоще-цитрусовый» с морковно-апельсиновыми припасами (на 1000 кг продукта без учета потерь)

Сырье	Масса, кг
Молоко обезжиренное 0,05% жирности	810
Морковно-апельсиновые припасы	139,3
Закваска на обезжиренном молоке	50
«Селен-актив»	0,5
Порошок семян яблок	0,2
Итого	1000

Таблица 2 – Рецептура кефира «овоще-цитрусовый» со свекольно-лимонными припасами (на 1000 кг продукта без учета потерь)

Сырье	Масса, кг
Молоко обезжиренное 0,05% жирности	845
Сахар-песок	74,3
Свекольно-лимонные припасы	30
Закваска на обезжиренном молоке	50
«Селен-актив»	0,5
Порошок семян яблок	0,2
Итого	1000



При изготовлении кефира «овоще-цитрусового» применяется типовое оборудование, предназначенное для производства кисломолочной продукции. Кефир вырабатывается резервуарным способом. Технологический процесс состоит из следующих операций: приемка молока, очистка, сепарирование, пастеризация обезжиренного молока, охлаждение обезжиренного молока до температуры заквашивания, заквашивание и сквашивание, перемешивание и охлаждение сгустка, внесение наполнителя и биологически активных добавок, перемешивание, розлив, упаковка, маркировка. Важной особенностью технологического процесса является внесение овоще-цитрусовых припасов и порошка из семечек яблок. При внесении этих компонентов необходимо учитывать, что они содержат кислоты, которые могут вызвать нарушение микробиологического процесса сквашивания. Кроме того, в процессе сквашивания молока изменяется цвет и вкус наполнителя. Поэтому процесс сквашивания должен проходить без внесения овоще-цитрусовых припасов и порошка из семечек яблок. Наполнитель и порошок следует вводить незадолго до розлива.

Полученный продукт обладает сбалансированным химическим составом при сравнительно невысокой себестоимости.

УДК 620.111.1

## ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ЭКЗОКАРПИЯ ЯГОД

*Никулина И.Н., старший преподаватель  
Орловский государственный технический  
университет, Орел, Россия*

Транспортирование ягод является одной из важных технологических операций производства плодово-ягодной продукции. При этом важнейшей характеристикой, обуславливающей качество ягод, является их транспортабельность. Ряд исследований [1, 3, 4] связывают это свойство с толщиной экзокарпия (оболочки) ягод, в частности, винограда.

Вследствие этого стоит задача измерения толщины оболочки плодов. Наиболее распространенным методом [2, 3] является метод прямого измерения с помощью микрометра.

Однако применение такого метода измерения толщины экзокарпия ягод, имеющих склонность к механическим повреждениям, в том числе ягод чёрной смородины и крыжовника, невозможно по двум основным причинам:

1) твёрдость пятки микрометра и торца микрометрического винта во много раз превосходят твёрдость экзокарпия, что в ходе измерений неминуемо приводит к значительной деформации исследуемого образца;

2) внутреннюю сторону экзокарпия образуют клетки, представляющие собой студнеобразный слой, который также легко деформируется, не позволяя зафиксировать момент окончания перемещения микрометрического винта, что обуславливает неточность измерения.

По указанным причинам способ измерения толщины экзокарпия с помощью микрометра может иметь ограниченное применение для определения толщины экзокарпия ягод.

Следовательно, для измерения толщины экзокарпия ягод необходимо применять бесконтактные методы, например оптические.

Исходя из вышесказанного, измерение толщины экзокарпия чёрной смородины и крыжовника проводилось следующим образом.

Образцы экзокарпии ягод размещались на предметном стекле, максимально близко к его кромке. Далее образец экзокарпия смородины накрывался покровным стеклом, а крыжовника - предметным. При измерении толщины образца его необходимо накрывать стеклом для того, чтобы была видна чёткая граница раздела сред. Применение различных стёкол обусловлено, в первую очередь, различием толщин образцов. Если образец экзокарпия смородины можно зафиксировать покровным стеклом, которое своим сравнительно небольшим весом незначительно деформирует его и, одновременно, хорошо прилипает и удерживается во время измерения, то экзокарпий крыжовника фиксируется более массивным предметным стеклом, которое впоследствии закрепляется параллельно стеклу, на котором размещается образец.

Фиксация образцов экзокарпия указанными способами позволяет исключить образование скла

Таблица 1 - Результаты измерений толщины экзокарпия смородины

№ п/п объекта измерений	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
№ п/п из- мерения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13
1	474,54	461,33	448,52	488,55	480,43	470,76	457,70	467,16	472,34	473,14	461,41
2	472,59	475,29	464,68	479,65	472,68	453,35	475,79	460,89	445,48	465,68	458,84
3	509,36	463,70	467,94	470,68	472,92	483,52	472,70	467,32	476,26	467,93	450,39
4	509,37	477,19	451,48	482,65	475,53	463,16	465,36	470,46	470,03	476,17	459,05
5	509,36	479,58	461,59	475,74	474,44	470,63	469,28	475,29	446,64	479,49	457,97
6	496,41	453,95	470,91	472,90	470,72	462,25	483,92	472,54	469,82	455,85	459,74
7	459,31	450,98	460,49	480,75	468,38	460,57	478,55	460,77	470,71	447,66	458,02
8	461,55	463,41	467,48	463,26	446,56	480,83	490,94	460,24	451,29	460,31	459,81
9	454,95	467,23	460,58	481,71	464,59	478,13	475,33	467,61	470,88	464,62	465,67
10	459,31	459,97	460,11	457,13	473,73	462,34	459,27	467,98	475,96	440,95	468,04
11	459,31	459,01	462,62	485,32	450,17	469,86	472,80	470,69	451,47	448,60	468,99
12	474,57	462,63	457,34	451,40	478,87	450,58	488,15	473,45	475,78	423,60	466,50
Ср. знач.	478,39	464,52	461,15	474,14	469,09	467,17	474,15	467,87	464,72	458,67	461,20
Дисп.	471,91	79,31	42,33	134,30	112,04	107,23	108,52	25,54	147,36	263,32	27,93
СКО	21,72	8,91	6,51	11,59	10,58	10,36	10,42	5,05	12,14	16,23	5,28
ЗСКО	65,17	26,72	19,52	34,77	31,75	31,07	31,25	15,16	36,42	48,68	15,85
h1-12ср.	467,01										

док экзокарпия и, в связи с этим, повышает точность измерения его толщины.

Полученная конструкция закреплялась на предметном столике электронного микроскопа таким образом, чтобы боковые грани стёкол и образца находились вверху и проводилось измерение толщины экзокарпия (Рисунок 1). На рис. 1 цифрами обозначено: 1 – экзокарпий; 2 – предметное стекло; 3 – покровное стекло.

Для оценки возможности применения предложенного метода измерения толщины экзокарпия было взято 12 образцов исследуемых ягод и измерены их толщины по 12 раз каждая. Поскольку минимальное и максимальное значение толщин отличались от среднего арифметического менее, чем на 3 СКО, то данный оптический метод был признан применимым для измерения толщины экзокарпия ягод. Полученные экспериментальные данные приведены в таблицах 1 и 2.

Так как предлагаемый способ измерения толщины экзокарпия определенным образом влияет на физико-механические свойства экзокарпия, а именно стимулирует разрушение студенеобразного слоя 2 К высыхание экзокарпия 1, которые показаны на рисунке 2, то для дальнейших вычислений целесообразно взять средние арифметические значения толщины для каждого рода ягод.

Для чёрной смородины толщина экзокарпия ягод по результатам опытов составила 467,01 мкм, для крыжовника – 668,58 мкм. Использование фиксированных значений толщины экзокарпия позволит снизить погрешность определения транспортабельности ягод, в том числе с учётом упругих свойств.

1. Гугучкин, А.А. Транспортабельность столовых сортов винограда [Текст] / А.А. Гугучкин, Л.М. Малгабар, В.А. Бондарев // Виноград и вино России. – № 4. – 2001. – С. 43-44.

2. Магомедов, М.Г. Рекомендации. Хранение и транспортирование столового винограда [Текст] / М.Г. Магомедов, А.Н. Алиева, М.М. Салманов. - Махачкала, 1996. - 54 с.

3. Салманов, М.М. Влияние толщины кожицы ягод на механические свойства, транспортабельность и сохранность винограда при хранении [Текст] / М.М. Салманов, М.Г. Магомедов // Виноград и вино России. - № 4. -1999. - С. 27-28.

4. Салманов, М.М. Хранение винограда из Терско-Сулакской равнины Дагестана [Текст] / М.М. Салманов, М.Г. Магомедов // Виноград и вино России. - № 5. -1999. - С. 6-7.

Таблица 2 - Результаты измерений толщины экзокарпия крыжовника

№ п/п объекта измерений	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
№ п/п из- мерения	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14
1	629,09	681,43	669,23	652,32	682,18	649,47	698,57	660,86	683,23	623,62	654,56	684,01
2	648,66	682,15	659,90	695,64	675,87	662,33	657,73	691,27	679,94	654,93	678,11	679,26
3	642,16	683,22	671,65	684,88	670,43	650,82	689,13	683,49	648,75	651,04	682,24	667,28
4	668,28	674,75	680,20	685,22	661,16	648,85	657,59	644,20	686,51	677,81	674,70	692,57
5	657,37	669,09	674,51	679,46	682,28	649,74	681,84	659,55	659,06	635,35	685,34	683,15
6	683,50	668,91	660,12	672,30	675,72	652,58	652,61	683,78	669,83	649,22	670,10	697,36
7	670,44	672,21	674,37	671,67	660,54	671,49	652,92	677,01	673,45	659,99	660,89	680,79
8	679,31	670,80	649,10	669,07	684,97	682,66	674,38	680,15	669,98	654,12	695,48	671,31
9	650,93	675,06	668,68	653,79	665,23	649,15	660,19	688,96	687,71	658,65	659,37	682,19
10	660,93	670,91	647,11	660,53	670,39	655,50	659,44	664,69	662,90	674,77	649,02	675,14
11	655,25	650,30	669,48	672,36	676,51	659,17	674,63	687,80	693,91	659,80	667,93	673,83
12	670,78	664,19	649,76	658,55	672,13	642,14	694,41	681,42	679,40	649,85	659,25	690,46
р. знач.	659,73	671,92	664,51	671,32	673,12	656,16	671,12	675,27	674,56	654,10	669,75	681,45
Дисп.	248,44	80,66	123,37	180,89	64,68	128,30	277,30	212,47	173,15	219,07	192,35	79,52
СКО	15,76	8,98	11,11	13,45	8,04	11,33	16,65	14,58	13,16	14,80	13,87	8,92
ЗСКО	47,29	26,94	33,32	40,35	24,13	33,98	49,96	43,73	39,48	44,40	41,61	26,75
1-12ср.	668,58											



ДК 637.146.21

**РАЗРАБОТКА И ОЦЕНКА  
ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ  
МОЛОЧНО-ФРУКТОВОГО НАПИТКА**

*Шарыкина Т.В., старший преподаватель*

*Мартынова О.В., аспирант*

*Иванова Т.Н., доктор технических наук*

*Ульянченко Л.А., кандидат технических наук*

*Орловский государственный технический  
университет, Орел, Россия*

Продукция, вырабатываемая из вторичного сырья, имеет повышенную рентабельность. Поэтому расширение объемов производства нежирной продукции даст возможность резко повысить экономическую эффективность производства молокоперерабатывающих предприятий.

Вторичным сырьем в молочной промышленности является обезжиренное молоко, получаемое при сепарировании цельного молока и пахта, остающаяся при выработке из сливок масла.

В настоящее время все большее значение приобретают разработки новых биологически полноценных продуктов. В связи с этим фундаментальные и прикладные исследования должны проводиться по проблемам рационального, безотходного, комплексного использования всего сельскохозяйственного сырья и по созданию качественно-новых пищевых продуктов, которые бы отвечали современным требованиям науки о питании и могли бы быть отнесены к «продуктам XXI века».

Современные направления улучшения ассортимента продуктов питания нацелены на создание сбалансированной по пищевой и биологической ценности продукции, способной обеспечить потребности различных групп населения. В условиях острого ухудшения экологической обстановки нарушения иммунобиологического статуса организма человека появилась острая потребность создания продуктов, которые сочетали бы в себе комплекс необходимых веществ позволяющих избежать развития таких заболеваний как атеросклероза, гипертония, инфаркт миокарда, сахарный диабет и онкологические заболевания.

В связи с этим разработан молочно-фруктовый напиток на основе обезжиренного молока и натурального сока. Целью разработки явля-

ется использование доступного местного сырья, снижение себестоимости продукта и повышение биологической ценности, улучшение органолептических свойств продукта. Добавление в напиток семян семечковых плодов (яблок) позволяет обогатить продукт необходимым количеством йода, селена и другими микронутриентами.

Обезжиренное молоко по своему витаминному составу представляет большую ценность, особенно по содержанию витаминов С, В, Е и А, которые при переработке молока в сливочное масло так же, как белки и углеводы, преимущественно переходят в обезжиренное молоко и пахту.

Большой содержание белка молока во вторичное сырье делает его очень ценным источником для получения белковых продуктов с большим содержанием витаминов и минеральных солей, полезных для организма человека.

Обезжиренное молоко и продукты, полученные на его основе, являются самыми желательными продуктами для широкого потребления во всех возрастных и профессиональных группах населения. Особенно они рекомендуются для питания людей пожилого возраста и людей всех возрастов, имеющих избыточную массу тела. Обезжиренное молоко также показано для широкого использования в питании людей недостаточно физически нагруженных и ведущих малоподвижный, сидячий образ жизни.

Внесение в напиток натурального сока обуславливает высокие органолептические свойства продукта. Сок яблочно-абрикосовый обладает высокой Р-витаминной активностью, является источником минеральных и мочегонных элементов, и необходимых при лечении нефрита и подагры. Пектин, содержащийся в соке, благоприятно действует на работу пищеварительного тракта. Внесение в напиток аскорбиновой кислоты позволяет повысить витаминную ценность продукта, что оказывает положительное воздействие на центральную нервную систему. Введение в рецептуру лимонной кислоты, меда способствует повышению защитных сил организма, профилактике сердечно-сосудистых заболеваний.

С целью получения продукта с высокими потребительскими свойствами, изготавливались несколько вариантов напитков, с различным содержанием ингредиентов: обрат, сахар, сок яблочно-абрикосовый, мед, семена семечковых плодов,

крахмал, аскорбиновая кислота. В результате многократных промежуточных дегустаций были выделены два варианта напитков.

В рецептуру 1-го варианта входит: обрат, сахар – песок, сок яблочно-абрикосовый, крахмал.

Технология выработки напитка. Подогретое до температуры 40°C–50°C обезжиренное молоко в количестве 67,06 кг с массовой долей жира 0,05 смешивают с 9,57 кг сахара, кипятят до полного растворения сахара – песка в течении 5 минут. В кипящую смесь, постоянно перемешивая, вводят разбавленный с обратом крахмал. Затем смесь гомогенизируют при давлении 12,5 – 17,5 МПа при температуре 60 - 65°C. Гомогенизация проводится с целью приобретения смеси однородной структуры и предотвратить образование отстоя. Затем в смесь вносят 22,35 кг яблочно-абрикосового сока, перемешивают в течении 5 минут. Полученный продукт расфасовывают в тару.

Данный вариант получил следующие органолептические показатели: внешний вид – 4,8; консистенция – 5; вкус – 4,8; запах – 5; цвет – 4,5.

В среднем сумма баллов составила 24,1.

В рецептуру 2-го варианта вместо сахара – песка вводили мед, а также семена семечковых плодов (яблоко), аскорбиновую кислоту.

Данный вариант получил следующие органолептические показатели: внешний вид – 4,6; консистенция – 4,6; вкус – 4,4; запах – 4,3; цвет – 4,4.

В среднем сумма баллов составила 22,3.

Напиток с использованием в рецептуре меда и аскорбиновой кислоты повысит себестоимость продукта. Однако по сравнению с 1-м вариантом он имеет более высокую витаминную ценность.

Технология изготовления напитка включает следующие операции: пастеризация при температуре 40°C – 50°C; гомогенизация при давлении 12,5 – 17,5 МПа при температуре 60 – 65°C; охлаждение до температуры 20±2°C; смешивание ингредиентов; охлаждение готового продукта до температуры 4±2°C.

Употребление разработанных напитков будет способствовать улучшению состояния здоровья населения и позволит вытеснить из рациона напитки импортного производства.

УДК 664:[507.75.05:613.2]

## БИОАКТИВАЦИЯ ВИТАМИННОГО КОМПЛЕКСА СЕМЯН ХОЗЯЙСТВЕННО-ЗНАЧИМЫХ ДВУДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ ГРЕЧИХИ И КОНОПЛИ НА РАННИХ ФАЗАХ ПРОРАСТАНИЯ И ДИНАМИКА МИГРАЦИИ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ ПРИ ЭКСТРАКЦИИ

*Климова Е.В., аспирант*

*Самофалова Л.А., кандидат технических наук  
Орловский государственный технический университет, Орел, Россия*

### *1. Исследование динамики содержания водорастворимых витаминов в семенах гречихи и конопля при набухании и прорастании*

Основываясь на литературных данных о витаминизации семян при прорастании, были проведены исследования динамики накопления водорастворимых витаминов в начальных физиологических состояниях до «наклёвывания», установленных нами ранее как период функционализации белкового комплекса [8].

Процесс витаминизации семян при прорастании изучали В.А. Девятнин и П.Л. Дорошенко, А.Н. Поволоцкая, Рубин в 40-70 годах прошлого столетия, в настоящее время этой проблемой занимаются Н.Б. Гаврилова, Н.Д. Шаскольская, О.А. Богданов [1, 2, 3, 6, 7] и др.

По данным Измайлова этот период характеризуется особенно интенсивным обменом, в результате которого запасные вещества превращаются в жизненно необходимые соединения, используемые проростком на образование новых тканей. Из литературных источников известно, что наиболее важными участниками метаболических процессов являются водорастворимые витамины.

Tremazi указывает, что в семенах масличных растений из рода Brassica на третий день прорастания содержание аскорбиновой кислоты возрастает на 935 %. По данным Р. И. Стульниковой в семенах фасоли содержание витамина РР увеличивается на 2301% на восьмой день прорастания. Н. Д. Шаскольская приводит результаты исследования накопления витаминов в двухсуточных проростках пшеницы: содержание тиамина увеличилось на 667 %, а содержание рибофлавина на 304 %. О. А. Богданов указывает, что при проращивании пшеницы в течении двух суток содержание аскорбиновой кислоты увеличивается на 296 %.

Нами не найдены сведения о накоплении витаминов в ранние фазы прорастания до 36 часов и степени их миграции в водные растворы.

Объектами исследований были: а) семена культурной конопли (сорта «Диана»); б) семена гречихи (сорта «Богатырь»), набухавшие при комнатной температуре в течение 36 часов; в) 10% водные дисперсии на основе семян - 0, 12, 24, 36 часов набухания.

Постановка эксперимента предусматривала определение содержания четырех водорастворимых витаминов в покоящихся и прорастающих семенах.

Использованные методы определения витаминов: ГОСТ 7047-55 «Витамины А, С, D, В1, В2 и РР. Отбор проб, методы определения витаминов и испытания качества витаминных препаратов»; ГОСТ Р 50929-96 «Премиксы. Методы определения витаминов группы В».

Динамика витаминов в семенах по мере прорастания приведена на рисунках 1 и 2.

Как показал анализ, положительная динамика в содержании водорастворимых витаминов отмечается уже на начальной стадии набухания, ещё до достижения критической влажности. Установлено, что содержание аскорбиновой кислоты (витамина С) уже через 12 часов набухания в семенах гречихи возросло на 237%, конопли на 202%. По прошествии 24 часов её содержание увеличилось соответственно на 516 %, и на 333%. К моменту завершения эксперимента количество витамина С в проростках гречихи возросло на 821%, конопли на 430%.

Содержание тиамина (витамина В<sub>1</sub>) по прошествии 12 часов возросло в гречихе на 212%, в конопле на 182%. После 24 часов оно возросло в гречихе и конопле на 415 и 301% соответственно. Через 36 часов увеличение содержания витамина В<sub>1</sub> в проростках гречихи и конопли составило 664 и 394%.

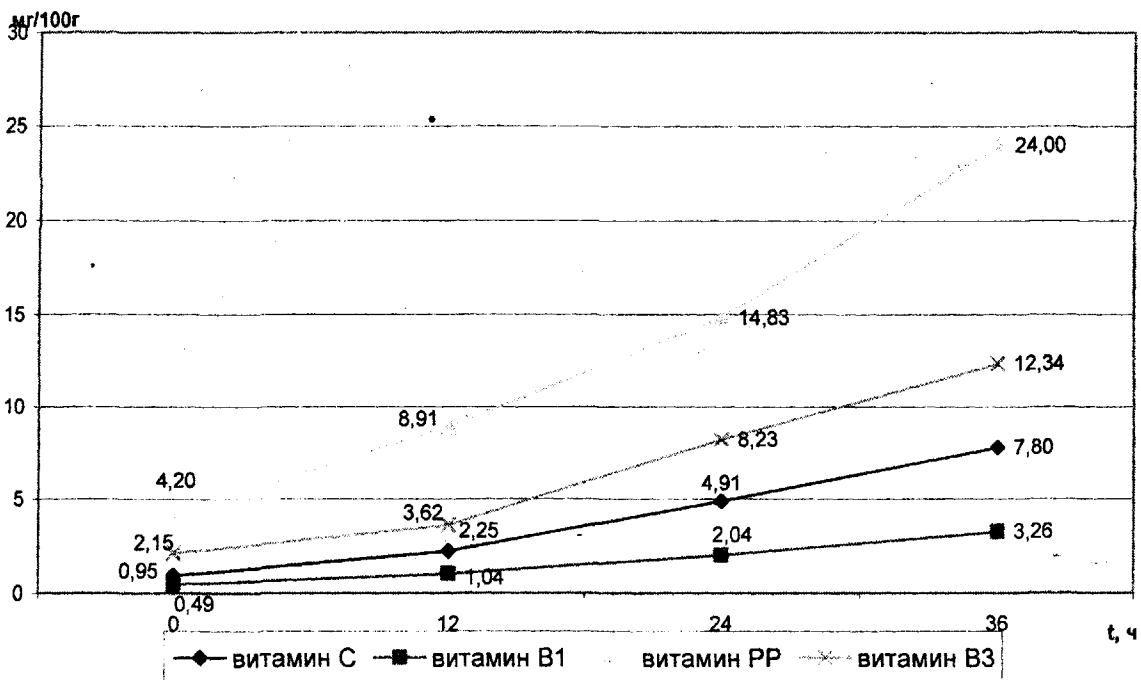


Рис. 1. Динамика содержания водорастворимых витаминов в семенах гречихи при набухании и прорастании



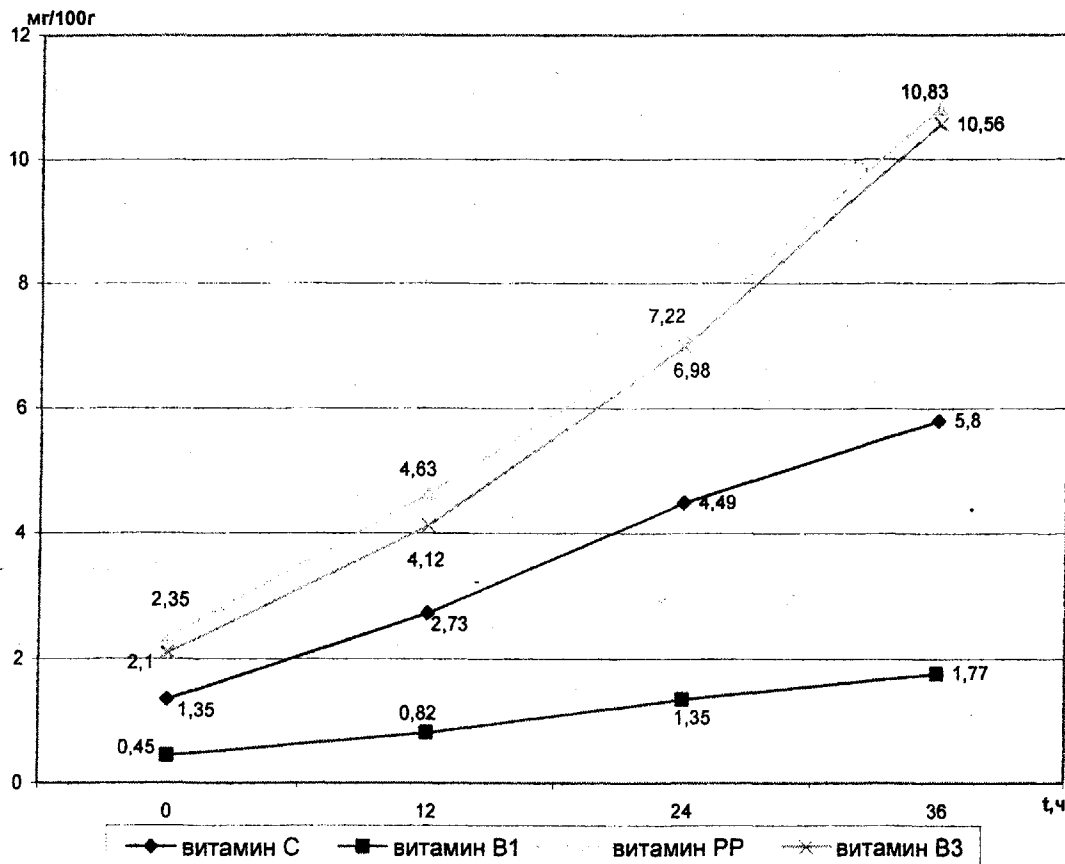


Рис. 2. – Динамика содержания водорастворимых витаминов в семенах конопли при набухании и прорастании

На ранних стадиях набухания в семенах обоих растений в данных условиях выявлен активный синтез никотиновой кислоты (витамина РР). По прошествии 12 часов увеличение составило по гречихе 212%, по конопле 197%, в суточных семенах соответственно 353 и 307%. Через 36 часов содержание витамина РР возросло на 571% и 461%.

В условиях опыта установлен заметный рост пантотеновой кислоты (витамин В<sub>3</sub>) - к 12 часам на 168 % для семян гречихи и 196 % для семян конопли. Через 24 часа соответственно 383 и 332 %, а через 36 часов - 574 и 503 %.

Таким образом, экспериментально установлено повышение пищевой ценности прорастающих семян конопли и гречихи по водорастворимому витаминному комплексу на ранних стадиях набухания. Отмечено наиболее существенное увеличение содержания витаминов в семенах гречихи, в среднем 1,5-2 раза больше, чем в конопле. В семенах гречихи наиболее активный рост выявлен по витамину С, в семенах конопли по витамину В<sub>3</sub>.

**2. Исследование миграции витаминов в водные экстракты из семян при смене фазовых**

**состояний и температурного градиента**

Разработка технологии получения пищевых водных дисперсий на основе прорастающих семян открывает новые возможности расширения ассортимента функциональных напитков заменителей животного молока и разнообразных комбинированных растительно-молочных продуктов повышенной биологической ценности. Особое значение придаётся присутствующим в их составе водорастворимым витаминам. Исследовали миграцию витаминов из прорастающих семян в 10% водные экстракты, сравнивали с экстрактами из покоящихся семян.

Среди факторов, влияющих на полноту и скорость извлечения компонентов из растительного сырья и, поддающихся регулированию, при водной экстракции важнейшими являются - степень измельчения и температура экстрагента. Продолжительность настаивания для набухших и пророщенных семян не учитывается [5].

Очевидно, что для того, чтобы обеспечить активизацию витаминных комплексов в сухих семенах необходимо стремиться к максимальной степени измельчения со средним размером частиц



меньше размеров клеток (до 100 мкм). Сухие семена дробили на молотковой дробилке до средних размеров частиц 0,5 мм и дополнительно растирали с песком в лабораторной ступке, набухшие - измельчали с помощью роторного устройства до средних размеров частиц < 0,25мм.

Выбор температурных диапазонов для экстракции семян гречихи как представителя зерновых, конопли как масличных растений, продиктован учетом особенностей их химического состава. В связи с присутствием в гречихе крахмала, клейстеризующегося при температурах от 45°C, мы ограничились максимальной температурой 35°C. Гелеобразование может препятствовать переходу витаминов. В семенах конопли крахмал отсутствует и позволительно применение более высокой температуры до 80°C.

Экспериментальным путем было установле-

но, что для перехода до 80% питательных веществ из набухших семян в экстракт достаточно 15-20 минутного настаивания. Результаты исследований представлены в таблицах 1-3.

Анализ показывает, при всех условиях у обоих объектов тиамин обладает более высокой миграционной способностью. Его переход составил от 78,1 % из покоящихся семян гречихи до 90,3 % из проростков, у конопли соответственно - 61,4 % и 70,0 %. Известно, что витамин В<sub>1</sub> при варке круп полностью переходит в отвар и обладает хорошей растворимостью в воде – 1г в 1мл. Высокий переход тиамина можно объяснить тем, что в спелом зерне витамин В<sub>1</sub> находится в свободном состоянии, а при прорастании семян он присоединяет две молекулы фосфорной кислоты и переходит в активную форму – кокарбоксилазу.

Таблица 1 – Содержание водорастворимых витаминов в экстрактах мг/100г

Наименование витаминов	нативные семена	время проращивания		
		12 ч	24 ч	36 ч
семена гречихи				
Аскорбиновая кислота (С)	0,49	0,36	0,79	1,20
Тиамин (В <sub>1</sub> )	1,33	0,83	2,05	2,28
Никотинамид (РР)	3,14	1,73	3,56	5,76
Пантотеновая кислота (В <sub>3</sub> )	5,15	2,80	6,00	8,76
семена конопли				
Аскорбиновая кислота (С)	0,60	0,27	0,31	1,02
Тиамин (В <sub>1</sub> )	1,31	0,54	0,74	2,14
Никотинамид (РР)	2,20	0,92	1,30	3,77
Пантотеновая кислота (В <sub>3</sub> )	2,90	1,24	1,95	5,81

Таблица 2 – Миграция водорастворимых витаминов в водный экстракт из семян гречихи при смене физиологических состояний и температуры экстракции, (%)

Температура, °С	Название витамина			
	Аскорбиновая кислота (С)	Тиамин (В <sub>1</sub> )	Никотинамид (РР)	Пантотеновая кислота (В <sub>3</sub> )
покоящиеся семена				
15	36,1	41,3	15,3	38,4
25	52,4	74,2	19,5	56,2
35	55,4	78,1	21,6	59,2
12 часов прорастания				
15	40,7	44,6	17,7	42,4
25	59,6	80,4	23,9	63,3
35	61,2	83,8	24,3	65,8
24 часа прорастания				
15	43,8	49,6	17,2	46,7
25	64,7	85,7	24,4	70,4
35	66,0	87,2	25,0	73,1
36 часов прорастания				
15	44,9	53,8	18,1	49,6
25	66,5	86,4	25,3	71,0
35	67,3	90,3	26,0	72,3

Таблица 3 – Миграция водорастворимых витаминов в водный экстракт из семян конопли при смене физиологических состояний и температуры экстракции, (%)

Температура, °С	Название витамина			
	Аскорбиновая кислота (С)	Тиамин (В <sub>1</sub> )	Никотинамид (РР)	Пантотеновая кислота (В <sub>3</sub> )
покоящиеся семена				
60	29,3	45,3	10,1	34,0
70	36,5	52,7	12,3	41,3
80	44,5	61,4	13,4	49,8
12 часов прорастания				
60	34,6	48,0	12,4	39,5
70	41,8	59,6	14,3	46,3
80	48,9	66,2	16,5	52,2
24 часа прорастания				
60	36,5	49,7	13,4	42,3
70	44,7	62,8	15,6	48,6
80	49,2	68,2	18,6	54,0
36 часов прорастания				
60	35,1	57,4	15,2	45,6
70	44,0	65,2	17,0	49,5
80	50,2	70,0	20,2	55,0

Таблица 4 – Процент удовлетворения суточной потребности в витаминах

Наименование витамина	Норма потребления	Молоко коровье		Напиток «Росток»		Молоко «Флора»	
		содержание в продукте, мг/100 г	% удовлетворения	содержание в продукте, мг/100 г	% удовлетворения	содержание в продукте, мг/100 г	% удовлетворения
Аскорбиновая кислота (С)	50-70	1,0	1,43	5,15	7,36	2,9	4,14
Тиамин (В <sub>1</sub> )	1,5-2	0,03	1,5	2,8	140	1,24	62
Никотинамид (РР)	12-25	0,10	0,4	6,0	24	1,95	7,8
Пантотеновая кислота (В <sub>3</sub> )	5-10	-	-	8,76	87,6	5,81	58,1

Миграция пантотеновой кислоты также оказалась на высоком уровне – от 59,2 % до 72,3 % из семян и проростков гречихи и от 49,8% до 55,0% из семян и проростков конопли. Пантотеновая кислота и ее соли гигроскопичны и хорошо растворимы в воде, но не растворяются в жировых растворителях. Этим, по-видимому, объясняется более низкая миграция витамина В<sub>3</sub> из семян и проростков конопли.

Аскорбиновая кислота имеет средние показатели миграционной способности. Ее переход составил от 55,4 % из покоящихся семян гречихи до 67,3 % из проростков. Для покоящихся семян конопли миграция составила 44,5 %, а для проростков – 50,2 %. Витамин С обладает более низкой растворимостью по сравнению с витаминами В<sub>1</sub> и В<sub>3</sub>, равной 22,4 % при 20°С и 38,2 % при 50°С. Поэтому повышение температуры оказывает положительное влияние на миграцию аскорбиновой кислоты.

Наиболее низкой оказалась миграция никотинамида – от 21,6 % до 26,0 % в семенах и проростках гречихи и от 13,4 % до 20,2 % в семенах и проростках конопли. По литературным данным витамин РР обладает самой низкой растворимостью

в воде среди всех витаминов данной группы – 1 г в 100 мл воды. Известно, что никотинамид в природе встречается в свободной (в составе пиридиннуклеотидов) и в связанной форме. В зернах злаков – кукурузы, пшеницы, ячменя, риса и ржи – большая часть всего никотинамида (50-90%) находится в связанной форме, не утилизируемой человеком. Полное высвобождение может быть достигнуто химическим путём при щелочном гидролизе. Таким образом, активизированный прорастанием витамин РР представляет собой высокоусваиваемую активную форму, что также способствует обогащению экстрактов по пищевой ценности.

Как показали исследования для гречихи наиболее приемлемой является экстракция при температуре 25°С, по сравнению с 35°С, разница несущественна 1-3 %. Кроме того, при экстракции горячей водой снижаются вкусоароматические свойства экстрактов.

Другая картина наблюдается в экстрактах из семян конопли - при повышении температуры экстрагента увеличивается переход витаминов, поэтому предпочтительной является температура 80°С.

Миграция витаминов из семян гречихи выше, чем из семян конопли на 8-22 %. Это можно объяснить присутствием жира в семенах конопли (до 35% на с.в.), который мешает их экстракции.

На основе прорастающих семян получены напитки «Росток» (из семян гречихи) и «Флора» из семян конопли.

Сравнение витаминного состава коровьего молока и водных дисперсий из пророщенных семян (табл. 4) свидетельствует о более полноценном составе последних по водорастворимой группе из-за присутствия витаминов В<sub>1</sub> и РР и более высокого содержания витамина С.

1. Богданов, М.Е. Производство бездрожжевого хлеба из про-

рощеного зерна пшеницы [Текст] / М.Е. Богданов. //Хлебопечение России. – №2. – 2001. – С. 15-19.

2. Гаврилова, Н.Б. [Текст] //Снабжение и сбыт. – № 19. – 2004. – 10-12.

3. Девятнин, В.А. Витамины [Текст] / В.А. Девятнин. – М.: 1948.

4. Измайлов С.Ф. Азотный обмен в растениях.- М.: Наука. 1986.- 320с.

5. Мелентьева, Г.А. Фармацевтическая химия [Текст] / Г.А. Мелентьева, изд.2-е, перераб и доп. - Т.1 -Т.2, М., «Медицина», 1976.- 826 с.

6. Овчаров, А.П. Витамины растений [Текст] / А.П. Овчаров. – М.: Колос.- 1969.- 327с.

7. Овчаров, А.П. Физиология формирования и прорастание семян [Текст] / А.П. Овчаров. – М.: Колос. –1976. – 230с.

8. Самофалова, Л.А. Исследование субъединичного состава и глубины протеолиза белкового комплекса семян конопли при набухании и прорастании с помощью электрофореза в полиакриламидном геле [Текст] / Л.А. Самофалова, А.П. Симоненкова, Е.В. Климова, Н.Е. Павловская, Н.Н. Корниенко //Материалы научно-методической конференции «Физиологические аспекты продуктивности растений». - ОрелГЛУ. - Орел, 2004.-С.188-195.

УДК 641.887:532.135

## РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОУСА «РУБИНОВЫЙ»

*Корячкин В.П., доктор технических наук,  
Жучков А.А., кандидат технических наук  
Орловский государственный технический  
университет, Орел, Россия*

Исторически сложилось, что подавляющая часть соусов, представленных на российском рынке, – томатные, в то время как овощи, являющиеся источниками ряда ценных биологически активных веществ, для выработки продукции данного ряда практически не используются. Кроме того, в областях нечерноземной зоны Российской Федерации погодно-климатические условия не позволяют выращивать томаты в промышленных объемах, следовательно, производители соусов вынуждены завозить сырье из южных регионов, что значительно повышает себестоимость продукции. Поэтому применение местных более дешевых видов сырья, таких как яблоки, морковь, свекла, кабачки, тыква, позволяет не только разнообразить ассортимент выпускаемых соусов, но и снизить их цену, а это, в свою очередь стимулирует покупательский спрос.

В ОрелГТУ разработаны соусы «Орловские» на основе купажированного яблочно-овощного пюре с добавлением томатной пасты. Их особенностью является отсутствие в рецептуре искусственных загустителей, например, крахмала, поэтому

представляет интерес изучение реологических характеристик нового продукта. Понятие «консистенция», определяемое органолептически на уровне «растекающийся-нерастекающийся», дает субъективную оценку эксперта, выражается в безразмерных единицах – баллах, и не может дать объективную оценку свойств соусов.

Нами исследованы вязкостные свойства соусов «Орловские» методом ротационной вискозиметрии, который также позволяет оценить и тиксотропность объекта исследования. Изучение вели на примере соуса «Рубиновый», выработанного на основе яблочно-свекольного пюре с добавлением томатной пасты.

Эксперименты проводили в диапазоне скорости сдвига 0,3333 - 145,8 с<sup>-1</sup> на ротационном вискозиметре «Реотест - 2».

По результатам экспериментов строили графики зависимостей касательного напряжения от скорости сдвига в логарифмических координатах – так называемые кривые течения

$$\lg \theta = \lg \theta(\lg \dot{\gamma})$$

На рисунке 1 представлены экспериментальные точки кривых течения соуса «Рубиновый», изображенные в логарифмических координатах: с содержанием сухих веществ 17, 19 и 21%.



Рис. 1. – Экспериментальные точки кривых течения гомогенизированного соуса «Рубиновый» с содержанием сухих веществ: 1 – 21%, 2 – 19% и 3 – 17% (нагружение) в логарифмических координатах

Следует заметить, что кривые течения всех образцов соуса не только нелинейны, но и имеют разнонаправленную кривизну, которую делит по направлениям выпуклости точка перегиба графика  $\lg \theta = \lg \theta(\lg \dot{\gamma})$ .

Координаты точек перегиба с увеличением содержания сухих веществ в соусе смещаются в область больших значений скорости сдвига.

Полагая, что характер кривизны графиков  $\lg \theta = \lg \theta(\lg \dot{\gamma})$  зависит от соотношения пластических и упругих свойств соуса, изменяющегося от величины скорости сдвига, и которое можно оценить с помощью предельного напряжения сдвига, являющегося напряжением, влияющим на характер течения соуса, предложено реологическое уравнение состояния для соуса «Рубиновый», которое охватывает весь исследуемый диапазон скорости сдвига:

$$\theta = \frac{(\pm \theta_0)^2}{\theta} + K \dot{\gamma}^n, \quad (1)$$

где  $\pm \theta_0$  - предельное напряжение сдвига, характеризующее соотношение пластических и упругих свойств, Па;

K – коэффициент консистенции, Па·с<sup>-n</sup>;

n – индекс течения.

Для количественной оценки влияния на реологические свойства соуса «Рубинового» в зависимости от концентрации в нем сухих веществ определили параметры реологического уравнения состояния (1).

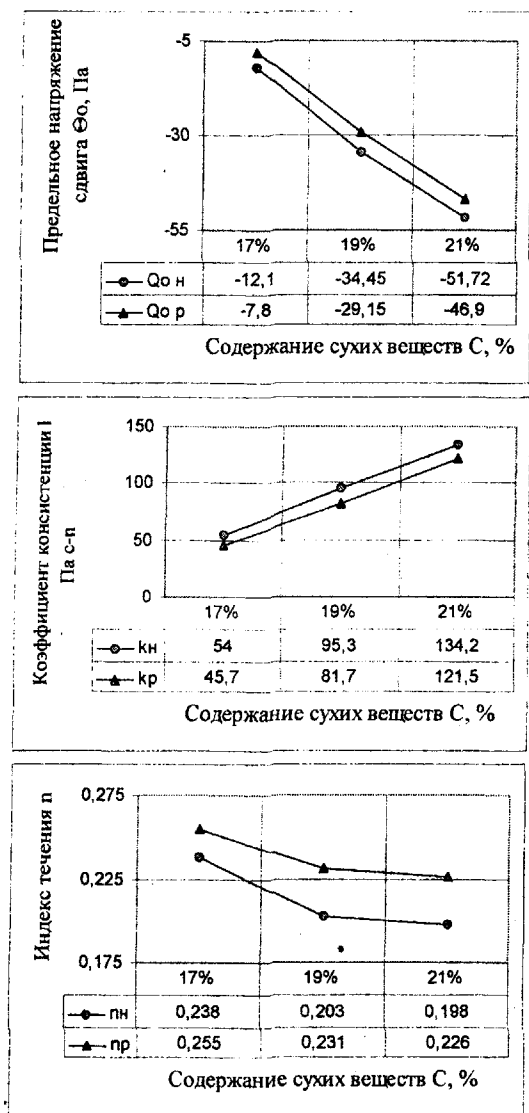
На рисунке 2 представлены зависимости предельного напряжения сдвига, коэффициента консистенции и индекса течения образцов соуса.

Индексы «n» у параметров реологического уравнения состояния обозначают нагружение, индексы «р» – разгружение торсионной системы вискозиметра.

Из рисунка 2 видно, что при нагружении и разгрузении торсионной системы ротационного вискозиметра абсолютная величина предельного напряжения сдвига и коэффициент консистенции образца соуса с ростом концентрации сухих веществ от 17% до 21% повышается, а индекс течения понижается. Такой характер графических зависимостей параметров реологического уравнения состояния позволяет утверждать, что с увеличением содержания сухих веществ в соусе происходит повышение его вязкостных свойств по нелинейному закону.

При этом образцы соусов в области малых скоростей сдвига ведут себя как упруго-вязкие, а при больших скоростях сдвига после точки перегиба, как пластично-вязкие среды.

Сравнение параметров реологических уравнений состояния соуса «Рубиновый», которыми были описаны кривые течения  $\lg \theta = \lg \theta(\lg \dot{\gamma})$ , позволяет оценить тиксотропные свойства образцов соуса в зависимости от содержания сухих веществ.



Коэффициент тиксотропности  $K_T$  рассчитывали по формуле (2):

$$K_T = \frac{\left[ (\pm \theta_0)^2 + K \gamma^n \right]_H}{\left[ (\pm \theta_0)^2 + K \gamma^n \right]_P}$$

При определении коэффициента тиксотропности  $K_T$  в числитель формулы подставляли численные значения параметров реологических уравнений состояния для соответствующих образцов соуса, полученные при нагружении, а в знаменатель численные значения параметров, соответствующие разгрузению торсионной системы ротационного вискозиметра.

Расчетные значения коэффициента тиксотропности равные  $K_T = 1,1 - 1,2$  в зависимости от содержания сухих веществ в исследованном диапазоне скорости сдвига позволяют отнести соус «Рубиновый» к средам с малыми тиксотропными свойствами.

На рисунке 3 представлены кривые течения соуса «Рубинового», изображенные в нормальных координатах.

Рис. 2. Зависимости параметров реологического уравнения состояния негомогенизированного соуса «Рубиновый»: «н» – нагружение и «р» – разгрузение торсионной системы вискозиметра

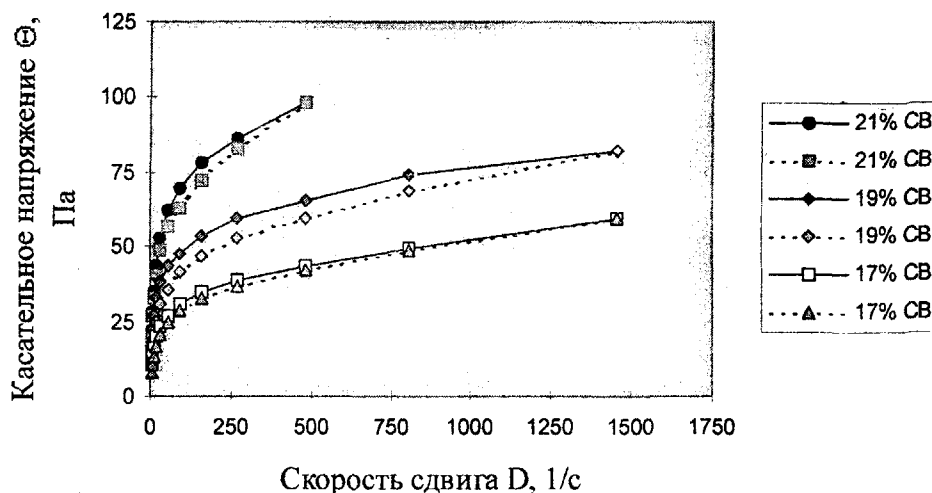


Рис. 3. Тиксотропные свойства соуса «Рубиновый»

Основными линиями на графике изображены кривые течения, полученные при нагружении торсионной системы вискозиметра, а пунктиром – кривые течения, полученные при разгрузке. Отношение соответствующих значений касательных напряжений на ветвях «нагрузки-разгрузки» позволяет определить коэффициент тиксотропности.

Таким образом, в результате исследования реологических свойств соуса «Рубиновый» установлено, что его следует отнести к неньютоновским твердообразным сплошным средам, которые характеризуются при течении как упруго-вязкопластичные, обладающие незначительными тиксотропными свойствами.

УДК 612.395.2:642.58

#### **ВЛИЯНИЕ МЁДА И ВОДНОГО ЭКСТРАКТА ЧЕСНОКА НА НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЗЕРНОВОЙ МАССЫ И РЖАНО – ПШЕНИЧНОГО ЗЕРНОВОГО ХЛЕБА**

*Корячкина С.Я., доктор технических наук  
Кузнецова Е.А., кандидат биологических наук  
Пригарина О.М., аспирант  
Орловский государственный технический университет, Орёл, Россия*

Производство полноценной и здоровой пищи во все времена было одной из важнейших задач, стоящих перед человечеством.

Интенсификация жизни, загрязнение окружающей среды снижает сопротивляемость организма человека вредным воздействиям, поэтому для здоровья человека важно не только полноценное питание, но и его профилактическая направленность. Примером веществ, способствующих приобретению продуктом профилактических свойств, являются пищевые волокна. Благодаря водоудерживающей способности они ускоряют кишечный транзит и улучшают перистальтику толстой кишки. Пищевые волокна адсорбируют значительное количество желчных кислот, а также прочие метаболиты, токсины и электролиты, чем способствуют детоксикации организма.

Большая часть пищевых волокон поступает в организм человека с зернопродуктами. В зерновом хлебе содержится повышенное количество основ-

ных физиологически активных компонентов – целлюлозы, лигнина и гемицеллюлоз.

Однако при производстве зернового хлеба встают проблемы повышения качества и микробиологической безопасности продукта. Известно, что для снижения микробиологической обсеменённости зерна можно применять пасту или экстракт чеснока и мёд [1]. Применение этих компонентов сырья повышает микробиологическую безопасность зернового хлеба [2]. В то же время влияние мёда и экстракта чеснока на физико – химические и органолептические показатели качества зернового хлеба не изучено.

Целью данной работы было изучение влияния водного экстракта чеснока и мёда, вносимых на стадии замачивания зерна пшеницы и ржи на структурно – механические, органолептические и физико – химические свойства зерновой массы и хлеба.

Для решения поставленной задачи проводили пробные лабораторные выпечки хлеба. Тесто готовили из смеси зёрен пшеницы и ржи с использованием «густых заквасок», добавление которых уменьшает активность протеиназы в тесте и снижает температуру инактивации  $\alpha$  – амилазы при выпечке хлеба. Закваску готовили на увлажнённом диспергированном зерне пшеницы, и вносили в тесто в количестве 30 % к массе диспергированного зерна.

Водный экстракт чеснока готовили экстрагированием в воде температурой 50 – 65 °С в течение 5 – 10 минут.

С целью частичной деструкции некрахмальных полисахаридов и фитина оболочек зерна для замачивания зерна использовали ферментные препараты Целловиридин Г 20 Х и Фитаза, которые в зависимости от варианта опыта вносили в воду или в водный экстракт чеснока в количестве 0,09 – 0,25 % к массе сухих веществ зерна. Мёд вносили в воду или водный экстракт чеснока в количестве 2 % к массе зерна.

Водный экстракт чеснока, растворы мёда и ферментных препаратов использовали для замачивания зерна пшеницы в течение 20 часов и зерна ржи в течение 24 часов при температуре 40 °С в условиях термостата. Затем зерно пшеницы и ржи брали в соотношении 4:1 и измельчали на диспер-

гаторе Homoginizer 1094 фирмы «Текатор» до однородной массы.

Для приготовления зерновой массы в измельченном на диспергаторе зерно добавляли рецептурные компоненты: соль (1,5 % от массы зерна) и дрожжи (3 % от массы зерна). Замес осуществляли в течение 10 - 15 минут. Затем зерновую массу оставляли для брожения в расстойном шкафу при температуре 32 – 35 °С на 1,5 - 2 часа.

После брожения готовую зерновую массу делили на куски массой 450 грамм, которым придавали продолговато – овальную форму с гладкой поверхностью, укладывали в форму, предварительно смазанную растительным маслом. Расстойку тестовых заготовок проводили в расстойном шкафу с увлажнением при температуре 35 – 38 °С и относительной влажности воздуха 75 – 80 %. Окончание расстойки определяли органолептически по состоянию тестовой заготовки. В среднем продолжительность расстойки 30 - 50 мин. Выпечку хлеба производили в лабораторной электропечи при температуре 220 °С в течение 50 минут.

Внесение мёда и экстракта чеснока при замачивании зерна привело к улучшению качественных показателей зерновой массы и хлеба из смеси зёрен пшеницы и ржи.

Структурно - механические свойства зерновой массы определяли на автоматизированном пенетрометре АП – 4/2. Для определения предельного

напряжения сдвига образцов зерновой массы в качестве системы погружения использовали конус с углом при вершине 45 градусов.

Использование экстракта чеснока приводит к уплотнению и упрочнению зерновой массы вследствие образования дополнительных водородных связей при взаимодействии дубильных веществ (входящих в состав чеснока) с белками клейковины. Но вносимые во всех вариантах опыта ферментные препараты в свою очередь разжижают консистенцию зерновой массы.

Использование мёда уменьшает предельное напряжение сдвига. Разжижение зерновой массы в этом случае происходит вследствие накопления низкомолекулярных декстринов, которые образуются при разложении углеводов, входящих в состав мёда. При этом зерновая масса обогащается редуцирующими сахарами, что приводит к накоплению в ней водорастворимых пентозанов. Разжижение массы с применением мёда также объясняется присутствием в мёде органических кислот, катализирующих окисление сульфгидрильных групп в белковой молекуле с образованием дисульфидных мостиков, в результате происходит упрочнение структуры.

Изменения предельного напряжения сдвига зерновой массы в зависимости от применяемого при замачивании зерна природного сырья представлены на рисунке 1

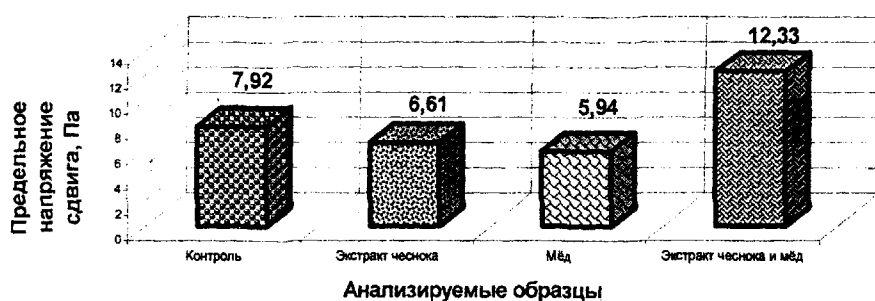


Рис. 1. – Влияние мёда и экстракта чеснока на предельное напряжение сдвига

Важной технологической характеристикой является состояние углеводно – амилазного комплекса зерновой массы. Для его оценки использовался информационно – измерительный комплекс

«Амилотест». Результаты определения качественных характеристик крахмала представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние ферментных препаратов и антисептиков на качественные характеристики крахмала зерновой массы

Показатель	Анализируемые образцы			
	Контроль	Экстракт чеснока	Мёд	Мёд и экстракт чеснока
«Число падения», сек.	81	67	63	62

Продолжение таблицы 1

Изменение показателя, %		17,3	22,2	23,5
Максимальная вязкость, Н	7,12	5,66	5,34	4,76
Изменение показателя, %		20,05	25,0	33,1
Температура максимальной вязкости, °С	96,0	89,5	81,5	86,5
Изменение показателя, %		6,5	14,5	9,5

При применении сырья природного происхождения показатель «числа падения» уменьшается, а, следовательно, повышается автолитическая активность при замачивании зерна. Это происходит за счёт деградации некрахмальных полисахаридов клеточных стенок зерна и разрушения крахмальных зёрен под действием собственных ферментов зерна, активизируемых в процессе замачивания. Так, наиболее глубокий гидролиз, а значит и наименьшее значение «числа падения» и вязкости, наблюдается при совместном применении мёда и экстракта чеснока.

нока, из – за присутствия собственных ферментов используемых ингредиентов (в частности мёд содержит амилолитические ферменты). Комплексное воздействие их на полисахариды зерна приводит к деполимеризации.

Вследствие образования продуктов деградации полисахаридов (моно- и олигосахаридов), которые являются дополнительным источником питания для дрожжей, увеличивается газообразующая способность зерновой массы (рис. 2.)

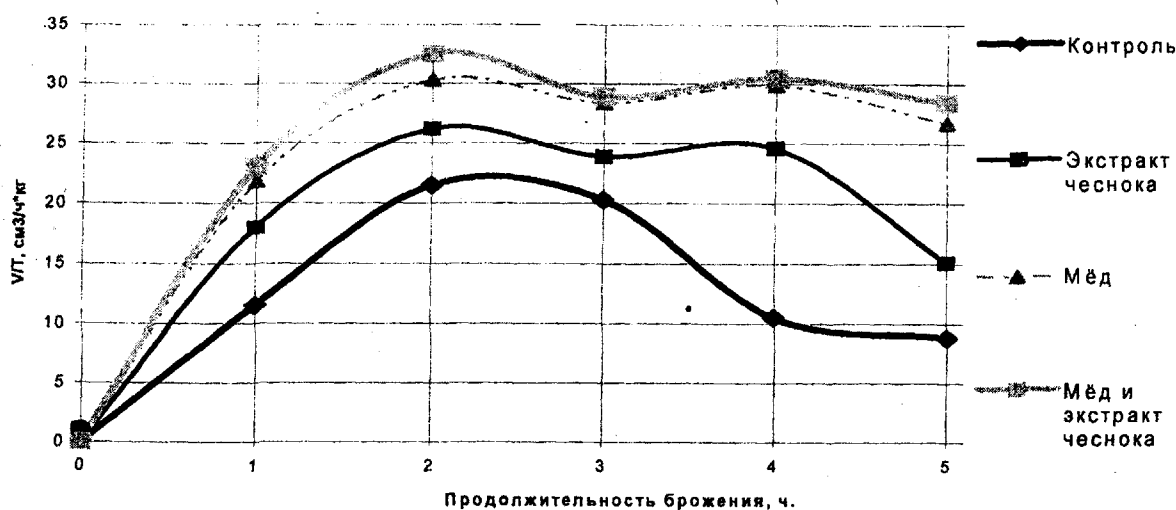


Рис. 2. Влияние меда и водного экстракта чеснока на газообразование

Индивидуальное и совместное использование сырья природного происхождения приводит к повышению суммарного количества выделившегося за 5 часов брожения теста углекислого газа. Наилучшие результаты наблюдаются при совместном применении меда и экстракта чеснока. В состав меда и чеснока входят дубильные, полифенольные,

минеральные вещества и органические кислоты, которые оказывают влияние на качество зерновой массы и таким образом на качественные показатели хлеба.

Изменение пористости хлеба в зависимости от применяемого при замачивании зерна сырья представлено на рисунке 3.



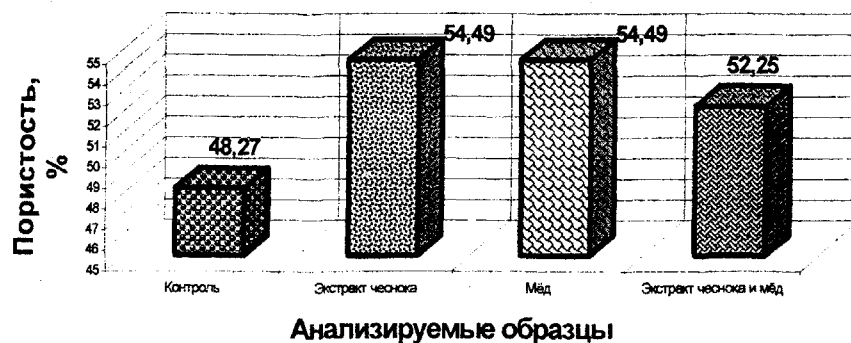


Рис. 3. Изменение пористости хлеба в зависимости от применяемого сырья

Изменение удельного объема хлеба в зависимости от применяемого сырья представлено на рисунке 4.

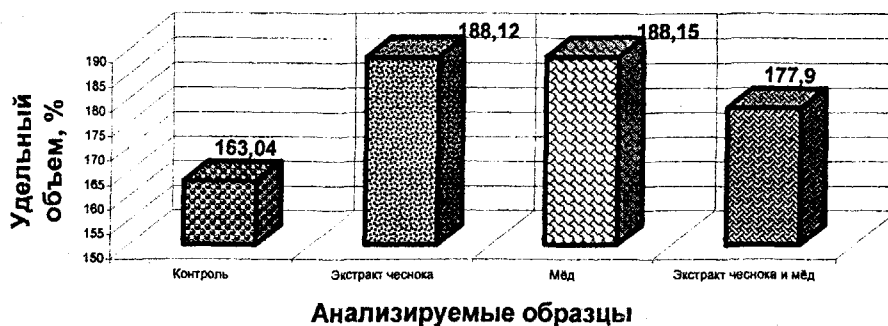


Рис. 4. Изменение удельного объема хлеба в зависимости от применяемого сырья

Образцы хлеба с применением меда и экстракта чеснока отличаются от контрольного более развитой структурой пористости и большей эластичностью мякиша. Наибольшее увеличение удельного объема и пористости мякиша (на 9,1 % и 12,9 % соответственно) наблюдалось при индивидуальном внесении меда или экстракта чеснока.

В данной работе проведено исследование влияния сырья природного происхождения на степень сохранения свежести хлеба.

Анализ структурно – механических свойств мякиша проводили на автоматизированном приборе Пенетромтр АП – 4/2 через 2, 16, 24 и 48 часов после выпечки.

Применение меда и водного экстракта чеснока удлиняет срок сохранения свежести хлеба. Это связано с тем, что гидролитические ферменты способствуют гидролизу полисахаридов клеточных стенок с образованием моносахаридов, обладающих повышенной гидрофильной способностью, в результате чего замедляется процесс ретроградации крахмала. Органические кислоты, входящие в со-

став чеснока, активизируют процесс деградации некрахмальных полисахаридов клеточных стенок зерна с образованием низкомолекулярных декстринов, повышая при этом гидрофильные свойства хлеба. Кроме того, дубильные вещества, присутствующие в незначительном количестве в чесноке, образуют нерастворимые соединения с белковыми веществами, препятствуя поглощению влаги белками мякиша, тем самым, приостанавливая процесс ретроградации крахмала. Минеральные вещества, содержащиеся в мёде, также способствуют замедлению процесса ретроградации крахмала. За счёт углеводов, входящих в состав мёда, происходит накопление декстринов, обеспечивающее полное протекание процесса клейстеризации крахмала.

Общая деформация сжатия мякиша при совместном применении меда и экстракта чеснока увеличилась на 28,7; 66,1 и 77,2 % в зависимости от длительности хранения (табл. 2).

Таблица 2 - Влияние антисептиков и ферментных препаратов на структурно - механические свойства мякиша хлеба в процессе хранения

Время хранения	Общая деформация сжатия, ед. прибора АП-4/2			
	Контроль	Экстракт чеснока	Мёд	Мёд и экстракт чеснока
2 часа	48,0	61,0	101,0	85,5
16 часов	35,0	50,0	63,0	61,0
Изменение по сравнению с 2 ч. хранения, %	27,1	18,0	37,6	28,7
24 часа	26,0	46,0	33,5	29,0
Изменение по сравнению с 2 ч. хранения, %	45,8	24,6	66,8	66,1
48 часов	15,0	20,0	25,0	19,5
Изменение по сравнению с 2 ч. хранения, %	68,8	67,2	75,2	77,2

Таким образом, проведенные исследования показали эффективность применения меда и водного экстракта чеснока для замачивания зерна при производстве зернового хлеба.

Использование меда и водного экстракта чеснока способствовало улучшению органолептических свойств хлеба, структуры пористости мякиша, а также повышению удельного объема хлеба и удлинению срока сохранения его свежести.

1. Богатырёва, Т.Г. Способы и средства предотвращения плесневения хлеба [Текст] / Т.Г. Богатырёва, Р.Д. Поляндова, С.П. Полякова, А.А. Атаев // Хлебопечение России. – № 3. – 1999. – С. 16 - 17.

2. Донченко, Л.В. Безопасность пищевой продукции [Текст] / Л.В. Донченко, В.Д. Надька. – М: Пищепромиздат, 2001. – 528 с.

УДК 612.359.2:642.58

### ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ЦЕЛЛЮЛОЛИТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ НА КАЧЕСТВО ХЛЕБА ИЗ ЦЕЛОГО ЗЕРНА

*Корячкина С.Я., доктор технических наук, Кузнецова Е.А., кандидат биологических наук, Хмельва Е.В., кандидат технических наук Орловский государственный технический университет, Орел, Россия*

В последнее время на рынке появилось большое количество высокоактивных ферментных препаратов различного принципа действия.

Ферментные препараты – это улучшители, функциональная особенность которых состоит в форсировании биохимических процессов, катализируемых ферментами, содержащимися в них. Ферменты характеризуются узкой специфичностью действия, проявляют активность в строго определенной последовательности при оптимальных параметрах процесса (концентрация субстрата, температура и продолжительность процесса, активная кислотность среды, наличие активаторов и ингибиторов).

В сырье, используемом для приготовления хлеба, содержатся компоненты, при ферментативном воздействии на которые можно регулировать ход технологического процесса, свойства теста и качество готового продукта. Основными из них являются крахмал, белок, липиды, клетчатка, гемицеллюлоза и пентозаны. Направленное воздействие на них ферментных препаратов, характеризующихся определенной специфичностью, обеспечивает модификацию компонентов, что приводит к положительному технологическому эффекту.

В литературе накоплен большой объем экспериментальных данных, обобщение которых свидетельствует о том, что применение ферментных препаратов для выработки хлеба предопределяет возможность улучшения и стабилизации качества готовой продукции. Однако большинство этих ферментных препаратов используется при производстве хлебобулочных изделий из муки.

В связи с появлением на рынке большого количества новых препаратов различного спектра действия, работы по их применению в технологии хлеба из целого зерна являются актуальными для решения проблемы повышения качества продукции.

Существующие технологии производства хлеба из целого нешелушеного зерна не позволяют получить хлеб необходимого качества из-за повышенного содержания в оболочках зерна некрахмальных полисахаридов.

Зарубежные фирмы предлагают ряд ферментных препаратов, действующих на некрахмальные полисахариды: Вискозим, Целлюкласт, Бирзим, Зимафилт, Фунгамил Супер, Пентопан Моно ВG и другие. Аналогом среди отечественных препаратов является ферментный препарат Целловиридин.

В литературных источниках имеются сведения о применении ферментных препаратов целлюлолитического действия для гидролиза некрахмальных полисахаридов при производстве пивоваренного ячменного солода, концентрата квасного сусла, спирта с целью повышения выхода готового продукта. Гидролиз целлюлозы и гемицеллюлоз не только дает непосредственно сбраживаемую глюкозу, но и повышает доступность крахмала ферментативному гидролизу.

Целью наших исследований являлось изучение влияния ферментных препаратов целлюлолитического действия на качество хлеба из целого зерна пшеницы.

В работе использовали следующие препараты: Целловиридин Г20Х, Гемицеллюлаза, Пентопан 500 БГ, В-221-88. Ферментные препараты вносили при замачивании зерна в дозировках: Целловиридин Г20Х – 0,05-0,09 %, Гемицеллюлаза – 0,068-0,1 %, Пентопан 500 БГ – 0,003-0,006 %, В-221-88 – 0,068-0,1 % к массе зерна. Замачивание зерна проводили при температуре 35-40°C, рН среды = 4-5. Выбор данных параметров проведения процесса замачивания зерна обусловлен оптимальными условиями для действия ферментного комплекса препаратов.

Об эффективности действия ферментных препаратов судили по накоплению редуцирующих

сахаров, как основного конечного продукта гидролиза некрахмальных полисахаридов.

Анализ полученных результатов показал, что в процессе замачивания зерна с ферментными препаратами целлюлолитического действия происходит увеличение содержания редуцирующих сахаров в первые 12-14 часов замачивания, после чего их содержание начинает снижаться. Накопление редуцирующих сахаров в первые часы замачивания подтверждает действие ферментных препаратов, гидролизующих некрахмальные полисахариды клеточных стенок зерна. В дальнейшем часть сахаров сгорает при дыхании зерна и используется для построения новых клеток, что объясняет постепенное снижение их содержания к концу замачивания.

На основании полученных результатов определены оптимальные дозировки препаратов: Целловиридин Г20Х – 0,08 %, Гемицеллюлаза – 0,09 %, Пентопан 500 БГ – 0,004 %, В-221-88 – 0,09 % к массе зерна.

Результаты исследований влияния ферментных препаратов на содержание редуцирующих сахаров при замачивании представлены на рисунке 1.

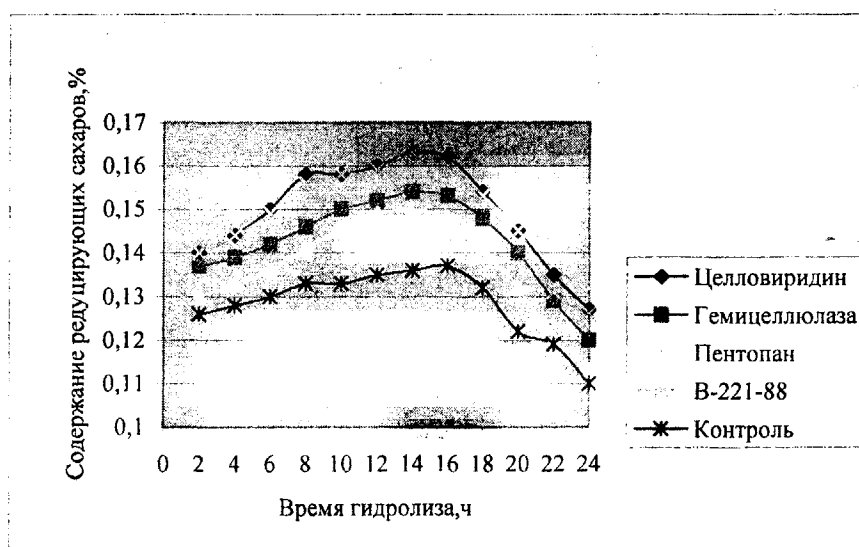


Рис. 1. – Влияние ферментных препаратов на содержание редуцирующих сахаров при замачивании

Для исследования влияния ферментных препаратов на качество хлеба из целого зерна проводили пробные лабораторные выпечки. Тесто готовили

на густых заквасках с использованием диспергированного зерна пшеницы.

Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние ферментных препаратов целлюлолитического действия на показатели качества хлеба

Наименование показателя	Контроль	Хлеб с ферментным препаратом			
		Целловиридин Г20Х	Гемипеллюлаза	Пентопан 500 БГ	В-221-88
Влажность, %	44,0	45,0	45,0	44,5	46,0
Кислотность, град	4,0	4,5	4,5	4,5	4,5
Пористость, %	36,0	52,4	50,3	49,5	52,5
Уд. объем, см <sup>3</sup> /100г	130	197	180,4	170	197,5
ΔНобш, ед.приб.					
Через 2ч	18,9	27,5	24,0	23,0	28,0
16 ч	12,2	23,5	21,0	19,5	24,5
24 ч	9,6	19,0	15,0	16,0	18,0
48 ч	6,4	12,5	11,5	13,0	14,5

Органолептическая оценка образцов хлеба, выпеченных с использованием ферментных препаратов, показала, что они имели более правильную форму, гладкую поверхность, тонкостенную и равномерную пористость в отличие от контроля.

Анализ качественных показателей хлеба, представленных в таблице 1, свидетельствует о том, что внесение ферментных препаратов целлюлолитического действия при замачивании зерна способствует не только повышению качества готового хлеба, но и продлению срока сохранения его свежести.

Использование ферментных препаратов целлюлолитического действия способствует деструкции некрахмальных полисахаридов клеточных стенок зерна, что приводит к накоплению низкомолекулярных продуктов, которые в свою очередь активно используются дрожжевыми клетками. В результате этого интенсифицируется процесс брожения. Кроме того, образовавшиеся под действием комплекса ферментов низкомолекулярные продукты обладают высокой гидрофильностью, что приводит к замедлению процесса черствения хлеба.

Как видно из полученных результатов, применение целлюлолитических ферментных препаратов при производстве хлеба из целого зерна создает более благоприятные условия ведения технологического процесса, способствует повышению качества и продлению срока хранения хлеба.

УДК 664.66 – 492.2

### ВЛИЯНИЕ ИНУЛИНА НА КАЧЕСТВО ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Корячкина С.Я., доктор технических наук,  
Максимова Т.Е. аспирант  
Орловский государственный технический  
университет, Орел, Россия*

Проблема качества и безопасности продуктов питания в современном обществе приобретает особую актуальность. В сложившихся экологических условиях продукты питания должны иметь не только биологическую и пищевую ценность, но и выполнять профилактические функции. Поэтому расширение ассортимента и увеличение объемов производства функциональных продуктов питания становится чрезвычайно важным для улучшения пищевого статуса населения России.

Согласно концепции государственной политики здорового питания, предусматривается создание технологий производства качественно новых пищевых продуктов с направленным изменением химического состава, соответствующим потребностям организма человека. Среди предлагаемого разнообразия пищевых добавок в настоящее время определенным интересом представляет биологически-активный препарат инулин. Инулин представляет собой белый порошок, полученный экстрагированием корней цикория, также он содержится во многих растениях, в том числе и в тех, которые являются частью обычного рациона человека – репчатый и зеленый лук, чеснок, пшеница, топинамбур и другие. По своей природе инулин полидисперсный фруктозан - смесь олигомеров и полимеров фрукто-

зы. Являясь диетическим пищевым волокном, оказывает благотворное влияние на функции желудочно-кишечного тракта, существенно увеличивает усвоение кишечником минеральных элементов, в том числе: кальция, магния, железа, приводит к заметному улучшению липидного обмена, уменьшению холестерина в крови и снижению лишнего веса у лиц, страдающих ожирением.

Инулин имеет нейтральный вкус и запах, умеренную растворимость в воде, а при высокой концентрации - желирующую способность, в кремообразной форме способен имитировать текстуру жира, улучшать стабильность пенообразных продуктов и эмульсий, обладает низкой восстановительной способностью.

Целью настоящего исследования явилось изучение влияния инулина на качество хлебобулочных изделий. Для реализации поставленной цели решали следующие задачи:

- изучение влияния различных дозировок инулина и способа его внесения на физико-химические и органолептические показатели качества хлебобулочных изделий.

- проведение анализа влияния инулина на количество и качество клейковины, температуру и вязкость клейстеризованного крахмала муки, изменение структурно-механических свойств мякиша хлебобулочных изделий в процессе хранения.

При проведении серии лабораторных выпечек использовали хлебопекарную пшеничную муку высшего сорта с содержанием клейковины 31,3 %, слабой по силе. Приготовление хлеба осуществлялось безопарным способом по общепринятой методике. Тесто замешивали влажностью 44,5 %, выдерживали его до конечной кислотности 3,5 град., делили на куски массой 450 г., укладывали в смазанные маслом формы, растаивали и выпекали при температуре 220 °С в течение 30 мин.

Для определения оптимальной дозировки инулин вносили в тесто в смеси с мукой в количестве 3, 5, 7 % от массы муки. Контрольными образцами являлись хлеб без инулина (контроль 1) и хлеб, содержащий в рецептуре 2 % сахара и 3 % жира (контроль 2). Результаты исследований влияния различных дозировок инулина на качество хлебобулочных изделий представлены в таблице 1. Установлено, что удельный объем хлеба при внесении инулина в количестве 3 % увеличивается на 7,2

%, пористость - на 2,4 % по сравнению с контролем 1, а при внесении инулина в количестве 5 % - соответственно на 4,6 % и 1,6 %. При этом образцы хлеба с 3 % содержанием инулина по физико-химическим показателям заметно приближаются к образцам хлеба, имеющим в рецептуре 2 % сахара и 3 % жира. Вместе с тем хлеб с 3 % содержанием инулина обладает отличными органолептическими показателями: имеет более интенсивную окраску корок, равномерную структуру пористости мякиша, приятный вкус и аромат по сравнению с контрольными образцами, а также хлебом с дозировкой препарата в количестве 5 и 7 %. Улучшение качества хлеба, по-видимому, объясняется выраженностью гидрофильных свойств инулина и возникновению смазывающего эффекта на структурные компоненты теста. На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что оптимальное количество инулина при внесении его в хлебобулочные изделия составляет 3 % от массы муки.

Для определения способа внесения инулина его вносили в тесто в смеси с мукой, в виде геля (инулин : вода 1:2) и в составе бездрожжевого полуфабриката, состоящего из муки, воды и инулина в соотношении 1:3:0,1, выдержанного при температуре 30 °С, в течение 1 часа. Результаты исследований влияния способа внесения инулина на качество хлебобулочных изделий представлены в таблице 2. По физико-химическим и показателям наилучшими были образцы хлеба при внесении инулина в смеси с мукой, при этом увеличение удельного объема составило 7 %, пористости – 1,3 %, по сравнению с образцами хлеба с внесением инулина в виде геля. При внесении инулина в виде бездрожжевого полуфабриката наблюдалось уменьшение удельного объема на 23 %, пористости на 9,6 % по сравнению с внесением инулина в смеси с мукой. Общая органолептическая оценка показала, что образцы хлеба с внесением инулина в смеси с мукой превосходят другие образцы по всем показателям (вкусу, аромату, окраске корок и мякиша, структуре и равномерности пористости).

Учитывая, что показатели реологических свойств теста находятся в эмпирической зависимости с показателями качества готовых хлебобулочных изделий, для обоснования улучшающего действия инулина определяли степень влияния его различных дозировок на реологические свойства теста

и его основных компонентов – клейковину и крахмал.

Сравнительный анализ влияния инулина на качество клейковины показал (таблица 3), что при внесении препарата в количестве 3 % от массы муки увеличивалось количество сырой клейковины на 3,6 %, ее гидратационная способность - на 1,4 %, величина деформации сжатия снизилась на 11,1 %, установлено уменьшение растяжимости на 9,1 % по сравнению с контрольными образцами. Это может быть объяснено химическим составом препарата, содержащего смесь олигомеров и полимеров фруктозы, которые способны образовывать с белками муки белково-полисахаридные комплексы, что приводит к изменению структурно-механических свойств клейковины.

Результаты исследований различных дозровок инулина на изменение температуры клейстеризации крахмала муки и число падения, полученные на Амилотесте АТ-97, приведены в таблице 4. Установлено, что при внесении инулина в муку происходит снижение температуры клейстеризации крахмала и уменьшение числа падения. Можно предположить, что отдельные компоненты инулина, адсорбируясь на поверхности крахмальных зерен, вступают во взаимодействие с амилозой и амилопектином с образованием комплексных соединений, обладающих повышенной гидрофильной способностью.

Сопоставительный анализ влияния инулина на изменение структурно-механических свойств мякиша хлеба в процессе его хранения, которые определяли на автоматизированном пенетрометре

АП-4/2 через 2, 16, 24, 48 часов после выпечки, по степени изменения общей сжимаемости мякиша  $\Delta H_{сж}$  судили о степени черствения хлеба. Влияние дозировки инулина на изменение структурно-механических свойств мякиша хлеба показано на рисунке.

Анализ полученных результатов показал, что внесение инулина в количестве 3 % в смеси с мукой способствует сохранению свежести хлебобулочных изделий более длительному времени, чем контрольных образцов. Показатели структурно-механических свойств мякиша через 48 часов хранения при дозировке инулина 3 % соответствуют значениям структурно-механических свойств мякиша контрольного образца через 24 часа хранения.

Перечисленные характеристики препарата позволяют сделать вывод о том, что инулин можно использовать для производства хлебобулочных изделий лечебно-профилактического назначения, в качестве рецептурного компонента, заменяя сахар и жировой продукт, одновременно обеспечивая ряд технологических и функциональных свойств жирового продукта: улучшать реологические свойства теста, способствовать получению хлебобулочных изделий с хорошими потребительскими свойствами, способствовать сохранению свежести хлебобулочных изделий более длительное время.

Таблица 1 – Физико-химические и органолептические показатели качества готовых хлебобулочных изделий

Показатели	Образцы хлебобулочных изделий,				
	Контроль 1	Контроль 2	С добавлением инулина в количестве, % к массе муки		
			3	5	7
Влажность, %	43,5	43,5	43,5	43,5	44,5
Кислотность, град	3,8	3,8	4,0	4,0	4,2
Удельный объем, см <sup>3</sup> /100 г	270,8	286,7	288,3	281,5	265,3
Пористость, %	76,45	78,45	78,08	76,78	68,5
Органолептическая оценка, баллы	75	82	84	79	62

Таблица 2 – Влияние способа внесения 3 % инулина на физико-химические и органолептические показатели качества готовых изделий

Способ внесения инулина	Наименование показателя				
	Влажность, %	Кислотность, град	Удельный объем, см <sup>3</sup> /100 г	Пористость, %	Органолептическая оценка, баллы
В смеси с мукой	43,0	4,0	288,3	78,08	84
В виде геля	43,5	4,0	281,5	76,78	79
В виде бездрожжевого полуфабриката	44,5	4,2	265,3	68,5	62

Таблица 3 – Изменение свойств клейковины при внесении различных дозировок инулина

Показатели	Контроль	Внесение инулина в количестве, % к массе муки		
		3	5	7
Содержание сырой клейковины, %	31,28	32,4	31,6	29,4
Величина деформации Н, ед. приб.	90	80	85	91
Влагоемкость, %	188,9	189,7	189,2	188,5

Таблица 4 – Температура клейстеризации крахмала муки и число падения

Показатель	Контроль	Внесение инулина в количестве, % к массе муки		
		3	5	7
Температура клейстеризации крахмала, °С	92	91,5	90,3	90,6
Число падения, с	330,0	290,0	280,0	270,0

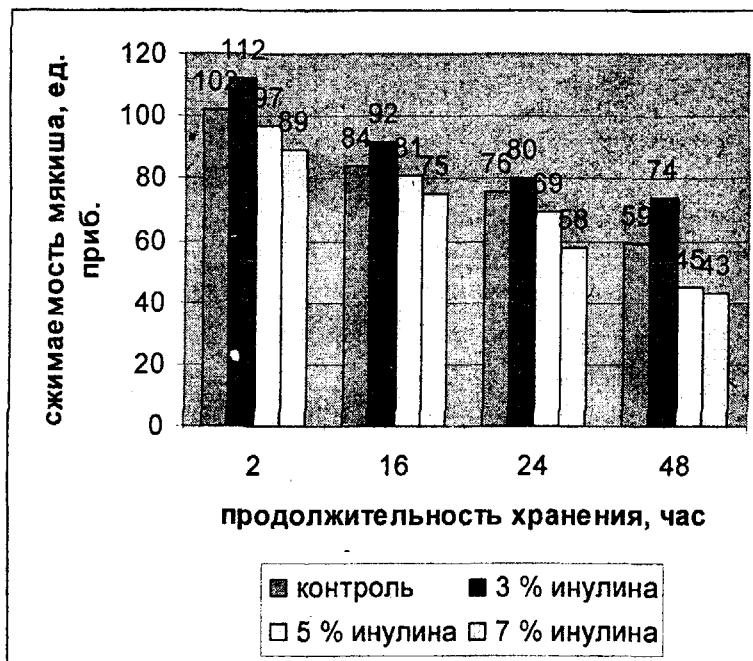


Рис. 1. – Изменение структурно-механических свойств мякиша хлеба в процессе хранения

УДК 642.58:661.88

**ЛЮПИН И ВОЗМОЖНОСТЬ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ**

*Корячкина С.Я., доктор технических наук  
Орловский государственный технический университет, Орел, Россия  
Музалевская Р.С., Батурина Н.А.  
Орловский государственный институт экономики и торговли, Орел, Россия*

Результаты массовых обследований населения, проводимые Институтом питания РАМН в различных регионах нашей страны, убедительно свидетельствуют о снижении потребления наиболее ценных в биологическом отношении пищевых продуктов, недостаточном потреблении витаминов, ряда минеральных веществ. Особую тревогу вызывает повсеместно выявляемый и глубокий дефицит

полноценного белка, достигающий 15-20% от рекомендуемых норм.

Современные тенденции в области питания связаны с созданием ассортимента функциональных продуктов, способствующих поддержанию и коррекции здоровья при их ежедневном потреблении за счет регулирующего и нормализующего воздействия на организм человека. Эффективным путем решения проблемы ликвидации дефицита белков, витаминов и минеральных веществ является изыскание и комплексная оценка свойств нетрадиционного растительного сырья для создания пищевых продуктов широкого потребления модифицированного химического состава в соответствии с физиологическими нормами питания.

Хлебобулочные изделия занимают одно из ведущих мест в питании населения нашей страны. Расширение ассортимента хлебобулочных изделий за счет создания новых сортов на основе использования традиционного и нетрадиционного сырья с целью организации рационального, сбалансированного и профилактического питания населения является одной из главных проблем, стоящих перед хлебопечением.

Применение натурального растительного сырья позволяет не только повышать качество, пищевую ценность продукции, расширять ассортимент хлебобулочных изделий, но и рационально использовать местные ресурсы. Изыскание новых видов сырья, обладающих богатым химическим составом, структурные компоненты которых будут не только активизировать биотехнологические процессы производства хлеба, экономить сырье, используемое в хлебопечении, но улучшать пищевую ценность готовых изделий, а также придавать изделиям профилактическую направленность, является актуальной проблемой сегодня. Естественность в соотношении входящих в состав этих видов сырья макро- и микроэлементов, витаминов, органических кислот, пищевых волокон, углеводов, белков и других веществ способствует лучшему усвоению продуктов, полученных на их основе.

Несмотря на многообразие известных источников растительного белка на мировом рынке, практически безальтернативным продуктом остается соя и продукты на ее основе, широко применяемые для получения различных пищевых продуктов, в том числе и хлебобулочных изделий. Вместе с

тем следует заметить, что производство сои в условиях России в силу ее природно-климатических требований весьма ограничено и не всегда оправдано с хозяйственно-экономической точки зрения. В связи с этим семена других зернобобовых культур (горох, фасоль, бобы, чечевица, люпин) и добавки, полученные на их основе, могут быть использованы в качестве белковых обогатителей продуктов питания, в том числе хлебобулочных изделий.

Определенный интерес представляет люпин. Люпин по своему химическому составу имеет ряд преимуществ по сравнению с другими бобовыми культурами. Семена люпина содержат белок от 27,8 до 61,2%. Основная фракция белков семян люпина состоит из глобулинов, доля которых от общего содержания белка, в зависимости от вида и сорта, составляет 40-60% и более; фракция альбуминов колеблется от 26 до 40%, а доля глютенинов не превышает 12%. Фракции белка люпина имеют значительные различия в количественном содержании отдельных аминокислот. Альбумины содержат значительно больше по сравнению с глобулинами незаменимых аминокислот – лизина, валина, лейцина, изолейцина, треонина, фенилаланина, в глобулинах больше содержится глютаминовой кислоты, серина, пролина, цистина и др. Фракция глобулинов белка люпина представлена двумя основными компонентами – вицилиноподобными и легуминоподобными глобулинами, которые различаются между собой по электрофоретической подвижности и аминокислотному составу [3].

Для всех видов и сортов люпина характерна общая закономерность в содержании аминокислот. В белковом гидролизате семян люпина содержатся 17 аминокислот: аланин, аргинин, аспарагиновая кислота, валин, гистидин, глицин, глютаминовая кислота, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, пролин, серин, треонин, тирозин, фенилаланин, цистин [3].

Суммарный белок на 26,4-36,7% (в среднем на 32,0%) состоит из незаменимых аминокислот, высокое содержание которых обусловлено лизином (4,1-7,5%), лейцином (5,9-7,1%), изолейцином (3,2-4,5%), суммой тирозина с фенилаланином (5,9-9,6%) и валином (3,1-4,3% к белку). Наиболее высокая концентрация лизина и низкое содержание валина и треонина характерны для желтого люпина,



для белого – более высокое содержание фенилаланина, треонина и метионина [2, 3].

Характерной особенностью белка люпина является полное отсутствие в нем проламинов, к которым относится глиадин и глютенин. В этой связи люпин является прекрасным сырьем для создания безглютеновых пищевых продуктов, обладающих диетическими и лечебно-профилактическими свойствами.

Особенностью белкового комплекса люпина, как и других бобовых, является наличие в нем особой группы биологически активных веществ – белков-ингибиторов протеолитических ферментов: протеаз, амилаз, инвертаз и др. Все виды люпина имеют наименьшее количество ингибиторов протеиназ по сравнению с соей, горохом, бобами и другими бобовыми культурами. Например, количество ингибиторов трипсина в семенах люпина в 4-10 раз меньше, чем в семенах гороха и в 100 раз меньше их концентрации в зерне сои. Низкий уровень содержания ингибиторов трипсина в белковом комплексе люпина является одним из условий его высокой перевариваемости даже без дополнительной термообработки.

Семена люпина по содержанию витаминов группы В сопоставимы с семенами гороха, сои, но значительно богаче пшеницы, ржи. Особенно отличаются семена люпина повышенным содержанием β-каротина (0,30-0,49 мг%) и токоферолов (3,9-16,2 мг%). Основной компонент токоферолов – γ-токоферол; α-, β-изомеров значительно меньше, содержание индивидуальных форм токоферолов не зависит от видовых и сортовых различий [1,2].

Содержание минеральных веществ в люпине составляет: натрия – 17,3-35,1 мг/100 г; калия – 1085-1200 мг/100 г; кальция 139-162 мг/100 г; фосфора – 390-473 мг/100 г; магния 155-195 мг/100 г; железа – 29,6-42,0 мг/кг. Люпин, по сравнению с зерновыми культурами, накапливает больше калия, фосфора, кальция, магния, марганца, цинка, меди, молибдена и кобальта [1,2].

Однако в семенах ряда сортов люпина присутствуют алкалоиды, которые представляют собой гетероциклические азотсодержащие физиологически чрезвычайно активные вещества щелочного характера, обладают токсическим действием, поэтому для пищевых целей могут использоваться только безалкалоидные сорта люпина. Все сорта

люпина, содержащие в семенах менее 0,025% алкалоидов, относятся к сладким и могут использоваться для пищевых целей. Под действием высоких температур (свыше 150°C) в течение продолжительного времени (более 30 мин) происходит разрушение алкалоидов [3].

Созданные в последние годы малоалкалоидные сорта люпина можно уверенно считать высокобелковым сырьем, не уступающим признанному белковому лидеру – семенам сои, использование которого при производстве продуктов питания, в том числе хлебобулочных изделий, будет повышать их пищевую ценность.

Нами были проведены исследования по использованию семян люпина в производстве хлебобулочных изделий. В работе использовали муку пшеничную первого сорта (влажность муки-14,0%, количество сырой клейковины-28%, сопротивление клейковины деформирующей нагрузке сжатия на приборе ИДК-1 – 72,5 ед. прибора, кислотность-3,4°), дрожжи прессованные с подъемной силой 65 мин, соль поваренную пищевую, измельченные до порошкообразного состояния семена безалкалоидного люпина сорта «Надежда», ферментный препарат «Глюкозим Л-400С+».

Для изучения влияния люпиновой муки на качество хлеба и свойства теста из пшеничной муки проводили лабораторные выпечки. Тесто готовили безопарным способом. Люпиновую муку вносили в количестве 10% к массе пшеничной муки (взамен пшеничной муки). Ферментный препарат «Глюкозим Л-400С+» вносили в количестве 0,012 % к массе муки. Контрольной являлась проба хлеба, приготовленная без добавления люпиновой муки и ферментного препарата, а также выпекали хлеб с использованием люпиновой муки, но без добавления ферментного препарата.

Качество хлеба оценивали по физико-химическим (удельный объем, пористость, влажность, кислотность, структурно-механические свойства мякиша) и органолептическим показателям качества (внешний вид, форма, состояние поверхности, структура мякиша, аромат, вкус, разжевываемость). Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние люпиновой муки и ферментного препарата «Глюкозим Л-400С+» на качество хлеба

Показатели	Наименование образца		
	контроль	хлеб с люпиновой мукой	хлеб с люпиновой мукой и ферментным препаратом
Влажность мякиша, %	43,0	42,6	41,4
Кислотность мякиша, град.	3,0	4,4	4,6
Пористость мякиша, %	74,2	67,23	75,6
Удельный объем, см <sup>3</sup> /г	2,67	2,48	2,89
$\Delta N_{\text{общ}}$ , ед. прибора	124,6	90,04	128,0
$\Delta N_{\text{пл}}$ , ед. прибора	86,1	60,2	87,5
$\Delta N_{\text{упр}}$ , ед. прибора	38,5	29,84	40,5
Сумма баллов	64,5	58,0	62,5

Установлено, что использование нативной люпиновой муки при производстве хлеба ухудшило его качество: повысилась кислотность до 4,4°, снизился удельный объем на 7,1%, а величина пористости – на 9,4%, значительно ухудшились структурно-механические свойства мякиша хлеба.

Совместное использование ферментного препарата «Глюкозим Л-400С+» и нативной люпиновой муки оказало положительное влияние на некоторые показатели качества хлеба: повысилась пористость на 1,9%, удельный объем – на 8,2%. Структурно-механические свойства мякиша по сравнению с контролем изменились незначительно,

а в сравнении с образцом хлеба с добавкой нативной люпиновой муки – улучшились. Однако, при этом увеличилось значение кислотности хлеба до 4,6°.

Кроме того, определяли влияние нативной люпиновой муки и ферментного препарата на процесс черствения изделий при хранении по изменению структурно-механических свойств мякиша. Выпеченные изделия охлаждали и хранили при температуре 18-20°С в течение 48 часов. Через 3, 16, 24 и 48 часов хранения отмечали изменения структурно-механических свойств хлебобулочных изделий (рисунок 1).

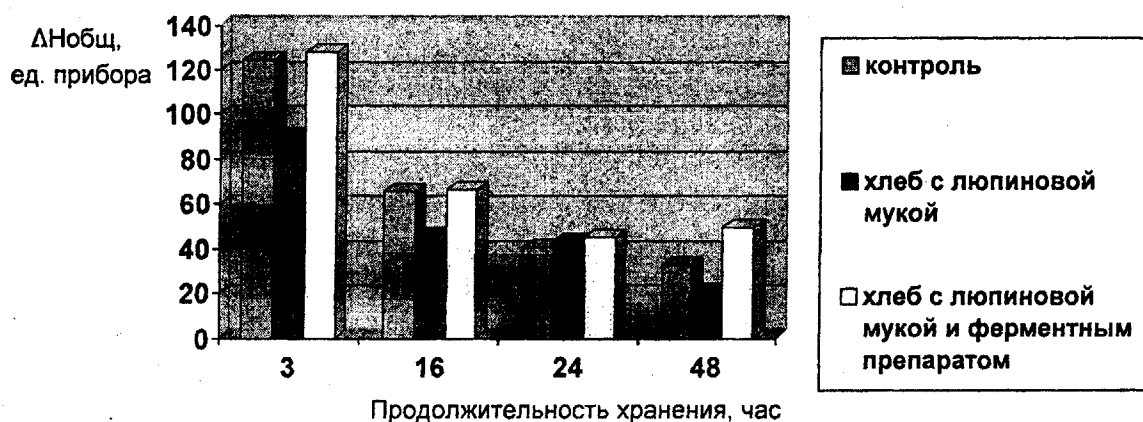


Рис. 1. – Влияние люпиновой муки и ферментного препарата «Глюкозим Л-400С+» на структурно-механические свойства мякиша пшеничного хлеба при хранении

Установлено, что мякиш контрольного образца хлеба имел более высокие показатели сжимаемости в течение всего периода хранения по сравнению с мякишем хлеба, приготовленным с нативной люпиновой мукой, однако, хлеб, приготовленный с люпиновой мукой и ферментным препаратом отличался более высокими показателями по сравнению с контролем, что свидетельствует о

продлении сроков сохранения свежести хлебобулочного изделия

Следовательно, использование нативной люпиновой муки при производстве хлеба возможно, особенно, в случае использования ферментных препаратов.

1. Ключкин, В.В. Основные направления переработки и использования пищевых продуктов из семян люпина и амаранта [Текст]

1. В.В. Ключкин // Хранение и переработка сельхозсырья. – №9. – 1999. – С. 30-33.  
 2. Лисицин, А.Н. Люпин как компонент пищевых и диетических продуктов [Текст] / А.Н. Лисицин, В.В. Ключкин, В.Н. Григорьева // Кормопроизводство. – №1. – 2001. – С. 30-32.  
 3. Такунов, И.П. Люпин в земледелии России [Текст] / И.П. Такунов. – Брянск: «Придесенья», 1996. – 372 с.

УДК 641.1/18:664.68

**ПОВЫШЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ПИЩЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ**

*Корячкина С.Я., доктор технических наук  
 Орловский государственный технический университет, Орел, Россия  
 Музалевская Р.С., Тарасова Л.В.  
 Орловский государственный институт экономики и торговли, Орел, Россия*

Экологические проблемы в России сказываются на здоровье населения. Химизация сельского хозяйства, выбросы производственных предприятий привели к заболеваниям, которые связаны с увеличением количества токсикантов в организме.

При производстве продуктов лечебно-профилактического назначения предпочтение отдается продуктам простым при приготовлении и удобным при транспортировании. Такими продуктами являются пищевые концентраты. Ассортимент пищевых концентратов для профилактического питания до сих пор остаётся незначительным. Поэтому разработка новых видов пищевых концентратов с использованием нетрадиционных, высоко-

эффективных и недорогих добавок остаётся актуальной проблемой на сегодняшний день. Широкое внедрение новых концентратов в производство позволит обеспечить организацию профилактического питания во всех регионах страны.

Перспективными в этом отношении могут быть экструдированные продукты на основе комбинированной смеси нескольких видов круп. Это даёт возможность получать продукты с заданной пищевой ценностью, то есть такие продукты, в которых введённые компоненты дополняют друг друга по наиболее ценным пищевым веществам.

Так как около половины человечества испытывает постоянную потребность в полноценном белке, то при обеспечении населения продуктами питания особое внимание обращается на содержание белков, учитывая, что остальные компоненты пищи не столь дефицитны. Основная функция белка заключается в снабжении организма определённым количеством каждой из аминокислот и необходимым количеством суммы заменимых аминокислот. Наилучшее усвоение и использование белка организмом достигается при условии содержания в нём всех незаменимых аминокислот в определённом соотношении. При этом калорийность пищи должна соответствовать энергетическим затратам организма. Данные о потребностях организма человека в незаменимых аминокислотах приведены в таблице.

Таблица 1 – Потребность человека в аминокислотах (мг на 100 г пищевой части)

Аминокислота	Потребность организма			
	младенцев	Детей	Взрослых	
			Женщин	Мужчин
Гистидин (1)	2,4	-	-	-
Лизин	7,7	10,7	5,1	5,1
Лейцин	10,0	8,0	6,0	7,0
Изолейцин	6,8	5,3	4,6	4,5
Метионин	4,8	-	3,5	1,3
Цистеин	-	-	2,1	5,1
Сумма серосодержащих аминокислот	6,2	4,8	5,6	6,4
Фенилаланин	6,6	4,8	2,2	1,9
Продолжение таблицы 1				
Тирозин	2	-	9,1	7,0
Сумма ароматических аминокислот	-	-	11,3	8,9
Треонин	4,4	6,1	3,0	3,2
Триптофан	1,6	1,6	1,6	1,6
Валин	6,7	5,9	6,6	5,2

Примечание: 1-гистидин незаменимая аминокислота для младенцев.

Обогащённые продукты питания готовят, корректируя их химический состав в соответствии с физиологическими нормами питания путём добавления определённого количества белка или аминокислот, витаминов, минеральных элементов, органических кислот. Комбинированные продукты представляют собой смеси пищевых продуктов, содержащих незаменимые компоненты питания во взаимодополняемом соотношении. В свете теории адекватного питания, учитывающей значимость для питания не только усвояемых, но и балластных веществ, получение комбинированных продуктов представляется более перспективным.

Работы в этой области направлены на повышение пищевой ценности растительных продуктов и, прежде всего, продуктов переработки зерновых культур. Это обстоятельство обусловлено ведущей ролью зерновых в качестве источника белка и энергетических компонентов питания человека.

УДК 543.544

#### **ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ИЗОГУМУЛОНА В ХМЕЛЕВОМ ОТВАРЕ НА ПРОЦЕСС КИСЛОТООБРАЗОВАНИЯ В ХМЕЛЕВЫХ ЗАКВАСКАХ**

*Корячкина С.Я., доктор технических наук,  
Сатцаева И.К., кандидат технических наук  
Орловский государственный технический  
университет, Орел, Россия*

С древних времен хмелевые закваски получали путем спонтанного забраживания. Для этого использовали дикорастущий хмель, из которого готовили хмелевой отвар. Технологическое значение применения хмелевого отвара в технологии приготовления хмелевых заквасок заключается в избирательном действии его на различные виды микроорганизмов или, образно говоря, хмелевой отвар используется в качестве начального определителя видового микробиологического состава хмелевой закваски.

Известно, что горькие вещества хмеля обладают сильными антисептическими свойствами и преимущественно подавляют рост грамположительных бактерий [1]. Наряду со многими спорообразующими микроорганизмами к грамположительным относятся и молочнокислые бактерии. В этой

связи появляется актуальность исследования влияния компонентов хмеля, переходящих в отвар, на жизнедеятельность кислотообразующих бактерий в хмелевых заквасках.

Целью наших исследований являлось изучение влияния концентрации изогумуллона в хмелевом отваре на процесс кислотообразования на начальной стадии приготовления хмелевой закваски.

Для приготовления хмелевого отвара использовали прессованный хмель сорта Халлертау Халлертауер Традицион (ННТ), фирмы HVG – Германия с содержанием  $\alpha$ -кислот 7,23 % на сухое вещество.

Воду доводили до кипения и в момент ее закипания вносили хмель. При этой температуре производили экстракцию в течение 45 мин. Хмелевую дробину удаляли из отвара путем фильтрации через металлическое сито с размерами ячеек 2,5 мм.

Известно, что концентрация горьких веществ хмеля в водных его экстрактах в основном представлена содержанием изогумулонов, состоящих из 5 гомологов, которые способны поглощать световые лучи УФ спектра с максимумом поглощения при длине волны 275 нм [2,3].

Таким образом, концентрация изогумуллона в полученном отваре составила 289,6 мг/л. Путем двукратных разведений хмелевого отвара получили 6 проб со следующими концентрациями изогумуллона: проба №1 – 289,6 мг/л; проба №2 – 144,8 мг/л; проба №3 – 72,4 мг/л; проба №4 – 36,2 мг/л; проба №5 – 18,1 мг/л; проба №6 – 9,05 мг/л. Каждую пробу хмелевого отвара смешивали с пшеничными отрубями, которые являлись источником кислотообразующих бактерий для приготовления хмелевых заквасок, в соотношении 3:1 соответственно. Полученную смесь помещали в термостат при температуре 35 °С и инкубировали в течение 48 часов. Через 48 часов в исследуемых пробах определяли величину титруемой кислотности, как показателя результата жизнедеятельности кислотообразующих бактерий.

Полученные данные представлены на рисунке 1.



Рис. 1 – Влияние концентрации изогуμουлона на кислотообразование в среде

Установлено, что между содержанием горьких веществ хмеля и интенсивностью кислотообразования в среде существует зависимость, т. е. чем больше концентрация изогуμουлона в среде, тем сильнее подавляется развитие молочнокислых бактерий и наоборот. Однако уменьшение концентрации изогуμουлона в среде приводило к снижению ее микробиологической чистоты.

рост, причем по мере убывания содержания изогуμουлона в пробах интенсивность роста посторонних микроорганизмов возрастает. Однако кислотность в пробе №6 по сравнению с пробой №1 возросла почти в 2 раза, возможно, это связано с развитием, как молочнокислых бактерий, так и ряда других микроорганизмов, способных к кислотообразованию

Так, на рисунке 2 видно, что на поверхности сред в пробах №4, №5 и №6 отмечен посторонний

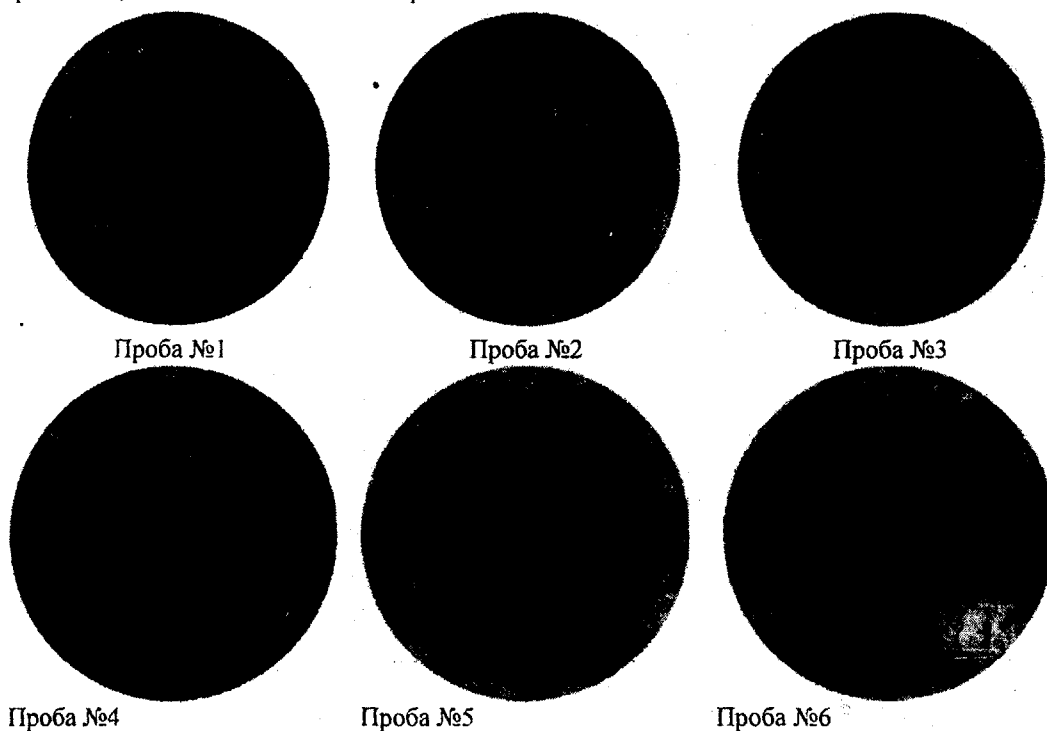


Рис. 2. – Поверхности сред, инкубируемых при температуре 35<sup>0</sup>С в течение 48 часов

В результате проведенных исследований установлено, что для стабилизации кислотообразующей микрофлоры и бактерицидных свойств хмелевой кваски необходимо использовать хмелевой отвар с содержанием изогуμουлона от 144,8 мг/л до 72,4 мг/л.

1 Хмель и хмелевые препараты [Текст] / И. С. Ежов, И. Г. Рейтман, З. Н. Аксенова и др. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982. – 168 с.  
 2 Хмель и его использование [Текст] / А. А. Годованый, Н. И. Ляшенко, И. Г. Рейтман, И. С. Ежов – К.: Урожай, 1990. – 336 с.  
 3 Косминский, Г.И. Технология солода, пива и безалкогольных напитков: Лабораторный практикум по технохимическому контролю производства [Текст] / Г. И. Косминский – Мн.: Дизайн ПРО, 1998. – 352 с

УДК 664.644.3

## К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

*Корячкина С.Я., доктор технических наук, Ладнова О.Л., кандидат технических наук Орловский государственный технический университет, Орел, Россия*

Проблема создания продуктов для больных сахарным диабетом является актуальной во всем мире. Современный рынок антидиабетических продуктов питания, в том числе хлебобулочных изделий не отличается большим разнообразием. Одним из способов обеспечения антидиабетических свойств хлебобулочным изделиям является использование продуктов способных стимулировать выработку инсулина в организме человека. К ним относятся инулин и янтарная кислота.

Инулин не всасывается в кровь, не является источником энергии и способен адсорбировать токсические вещества [1]. Янтарная кислота оказывает оздоровительное действие, стимулирует выработку энергии в клетках, усиливает клеточное дыхание, способствует усвоению кислорода клетками, тканями и органами. Например, прирост скорости потребления кислорода клетками печени при добавлении янтарной кислоты увеличивается в 60 раз. На модели экспериментального сахарного диабета показано, что инсулинотропный эффект янтарной кислоты связан с существенным увеличением активности сукцинатдегидрогеназы. Позднее было установлено, что увеличение под действием янтарной кислоты синтеза инсулина обусловлено усилением метаболических процессов в островковой ткани

поджелудочной железы, а стимуляция секреции инсулина  $\beta$ -клетками – активацией фермента  $\text{Na}^+ \text{K}^+$ -аминотрансферазы, которые не зависят от концентрации глюкозы во внеклеточной среде[2].

Целью настоящего исследования явилось изучение влияния инулина и янтарной кислоты на свойства ржаного теста и качество изделий из него. Контрольный образец готовили по рецептуре хлеба ржаного диабетического, который вырабатывается из ржаной обдирной муки с добавлением 15% пшеничных отрубей. Тесто готовилось на жидкой закваске без заварки.

Янтарную кислоту вносили, исходя из того, что лечебные сорта хлеба должны содержать не менее 50% от нормативной суточной дозы потребления. Для того чтобы обеспечить данную дозировку необходимо вносить ее в количестве 0,08% к массе муки (образец №1). Инулин вносили в количестве 2,5% (образец № 2), 3,5% (образец №3) и 4,5% (образец №4)

Учитывая то, что основным показателем хлебопекарных свойств ржаной муки является автолитическая активность, исследовали влияние указанных добавок на технологические свойства ржаной муки. Исследования проводили на приборе «Амилотест».

Зависимость числа падения ржаной муки от вносимых добавок представлена на рисунке 1. Влияние диабетических добавок на свойства крахмала ржаной муки приведены в таблице 1.

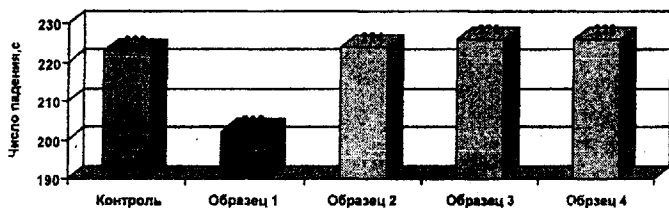


Рис. 1. – Влияние диабетической добавки на число падения ржаной муки

Таблица 1 – Влияние диабетических добавок на свойства крахмала

Наименование	Температура максимальной вязкости крахмального геля, С°	Максимальная вязкость крахмального геля, Н	Число падения, с
Контроль (без добавок)	80,00	3,96	223,00
Образец с добавлением янтарной кислоты	80,00	3,86	202,00
Образец с добавлением 2,5% инулина	80,00	3,95	224,00

Продолжение таблицы 1

Образец с добавлением 3,5% инулина	82,00	3,97	226,00
Образец с добавлением 4,5% инулина	82,00	3,97	226,00

Анализ полученных данных показал, что при внесении янтарной кислоты наблюдается снижение числа падения, очевидно за счет кислотного гидролиза крахмала. Внесение инулина не оказывает влияния на число падения и вязкость крахмального геля.

Влияние добавок на реологические свойства теста изучали на приборе «Реотест-2». В результате опытов были построены кривые течения и графики зависимости вязкости от скорости сдвига. В таблице 2 представлены результаты опытов.

Таблица 2 Реологические характеристики ржаного теста

Наименование образца	Напряжение сдвига $\tau_c$ , Па	Предельное напряжение $\tau_0$ , Па	Коэффициент консистенции К	Индекс течения n	Вязкость $\eta$ , Па*с. при $j=0,6$
сразу после замеса					
Контроль	1829,7	20,3	1420	0,220	2486,5
Образец №1	1970	29,5	2000	0,197	2815
Образец №2	1432	18	1450	0,240	1970
Образец №3	1574	16	1590	0,160	1407
Образец №4	1261	19	1280	0,180	1642
через 3 часа брожения					
Контроль	1097	20,2	1100	0,266	1407
Образец №1	1463	36,2	1500	0,198	2815
Образец №2	902,6	17,4	920	0,26	1173
Образец №3	1031	10	1041	0,26	1314
Образец №4	885	15	900	0,32	1314

Анализ полученных результатов показывает, что при внесении в качестве добавки янтарной кислоты происходит упрочнение структуры теста, как сразу после замеса, так и в процессе брожения по сравнению с контрольным образцом. Напряжение сдвига увеличилось сразу после замеса на 7,6%, коэффициент консистенции – на 8,1%, вязкость – на 13,2%, через 3 часа брожения напряжение сдвига увеличилось на 35,5%, коэффициент консистенции – на 36,4%, вязкость – на 43%

При внесении в качестве добавки инулина происходит расслабление структуры теста как сразу после замеса, так и в процессе брожения.

Сразу после замеса в образцах с добавкой инулина наблюдается заметное увеличение значений коэффициента консистенции, напряжение сдвига и вязкости. Через 3 часа брожения происходит снижение скорости изменения значений основных реологических показателей теста.

Качество готовых изделий определяли по следующим показателям: удельный объем, пористость, влажность, кислотность, органолептические свойства (вкус, внешний вид, аромат). (Таблица 3).

Таблица 3 Качество готовых изделий

Образец	Кислотность, град	Влажность, %	Пористость, %	Удельный объем, %	Относительная упругость	Балльная оценка,
Контроль	10	49,5	55,4	1,6	31,1	74,5
Образец со стевией и ЯК	11,4	49,2	55,2	1,7	37,6	78,5
Образец с инулином 2,5%	9,8	49,9	55,1	1,8	32,3	
Образец с инулином 3,5%	9,8	48,4	55	1,7	37,1	82,5
Образец с инулином 4,5%	10	49,3	55,2	1,8	34,4	77,5

Полученные результаты свидетельствуют об улучшающем действии добавок на качество готового хлеба по сравнению с контрольным образцом. Установлено, что при внесении янтарной кислоты, увеличивается удельный объем хлеба на 6,3%, относительная упругость мякиша на 6,5%.

Внесение инулина также улучшает качество готовых изделий. Наилучшим качеством обладает образец с добавлением 3,5 % инулина, он имеет больший удельный объем, лучшую структуру пористости, более выраженный приятный вкус и аромат, чем у контрольного образца.

Таким образом, внесение диабетических добавок способствует улучшению как органолептических, так и физико-химических показателей качества готовых изделий.

Состояние мякиша готового хлеба оценивали по его структурно-механическим свойствам: общей пластической и упругой деформации мякиша, которые определяли на приборе «Пенетрометр АП-4/2». Общую, пластическую и упругую деформации, определяли через 3, 16, 24 и 48 часов. Изменение общей деформации мякиша хлеба в процессе хранения приведено на рисунке 2



Рис. 2.— Изменение общей деформации мякиша хлеба при хранении.

Из полученных данных видно, что общая сжимаемость мякиша хлеба с антидиабетическими добавками выше контрольных образцов (без добавок) как сразу после выпечки, так и в процессе всего периода хранения. Данная закономерность объясняется тем, что образцы с диабетическими добавками содержат больше связанной влаги, чем контрольный образец. Инулин снижает способность влаги не только к испарению, но и к миграции в толще мякиша.

Полученные данные позволяют сделать вывод о целесообразности использования инулина и янтарной кислоты для производства хлебобулочных изделий диабетического назначения. Однако, требуется проведение медико-биологических в том числе клинических испытаний, свидетельствующих об уровне эффективности хлебобулочных изделий с указанными добавками в питании больных сахарным диабетом.

2. Коваленко, А.Л. Янтарная кислота: Фармакологическая активность и лекарственные формы [Текст] / А.Л. Коваленко, Н.В. Белякова // Фармация. – № 5-6. – 2000. – С. 40-43.

УДК 637.352:537.475.2

### УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКА ГОДНОСТИ МЯГКОГО КИСЛОТНО-СЫЧУЖНОГО СЫРА С РАСТИТЕЛЬНОМ КОМПОНЕНТОМ

*Иванова Т.Н., доктор технических наук  
Новикова О.А., студент  
Орловский государственный технический университет, Орел, Россия*

Сыр - натуральный высокопитательный пищевой продукт, получаемый в результате ферментативного свертывания молока, выделения сырной массы с последующей ее обработкой.

Пищевая ценность сыра обусловлена высокой концентрацией в нем молочного белка и жира, наличием необходимых человеческому организму свободных аминокислот (в том числе, незаменимых) жирных и других органических кислот, кар-

1. Рец, Е. Использование инулина в хлебопечении [Текст] / Е. Рец // Хлебопродукты. – № 1. – 2001. – С. 37-40.



бонильных соединений, витаминов, минеральных солей и микроэлементов. Сыр является высококалорийным и биологически полноценным пищевым продуктом.

Анализ конъюнктуры сыродельных заводов в странах СНГ показывает наличие в основном одних и тех же проблем.

1. Поступление несυропригодного сырья с повышенной кислотностью, высокой бактериальной обсемененностью, низким содержанием кальция.

2. Узкий ассортимент: вырабатываются в основном твердые сыры («Российский», «Голландский», «Пошехонский», «Костромской»); в небольших объемах – полутвердые и мягкие сыры («Сулугуни», «Адыгейский», «Брынза»); в очень маленьких объемах – сыр мелкой фасовки, фигурный сыр и сыр с добавками (пикантный).

Производство твердых сыров характеризуется трудоемкостью и энергоемкостью производственного процесса, низким выходом сыра и длительным сроком созревания. Это приводит к высокой себестоимости продукции и медленному обороту капитала. Весьма ограниченный объем выпуска полумягких и мягких сыров обусловлен короткими сроками их реализации.

Поэтому сыродельным заводам жизненно необходимы новые прогрессивные технологии, которые имеют следующие преимущества:

1. Получение продукции с высокими вкусовыми качествами, пищевыми и биологическими показателями.

2. Возможность выпуска мягких и полумягких сыров без созревания в сочетании с длительным сроком реализации.

3. Простой технологический процесс, не требующий дорогостоящего оборудования.

Организация производства мягких сыров возможна практически на любом заводе. К сожалению, срок хранения таких сыров ограничен, и задача их длительного хранения без потерь качества весьма актуальна.

Исходя из анализа потребительского рынка, целью работы является исследование качества и сохранности мягкого сычужного сыра с зерновыми добавками.

Важная задача всех производителей пищевых продуктов гарантировать потребителю сохра-

нение их свойств в течение определенного периода времени. Тем не менее, во время хранения в любых продуктах происходят процессы, приводящие к ухудшению качества. Это в равной степени относится и к высококачественным молочно-белковым продуктам, как сыры.

Поэтому для увеличения срока хранения сыров необходимо применять пищевой консервант, в качестве которого широкое распространение имеет сорбиновая кислота и ее соли.

Сорбиновая кислота-антисептик, который обладает тем преимуществом, что не придает продуктам привкусов и запахов и не изменяет их естественный вкус и аромат. В организме человека она полностью окисляется до углекислоты и воды и в не высоких дозировках безвредна. Ее антисептическое действие сильно проявляется в отношении дрожжей и плесеней, в то время как бактериальная микрофлора почти не угнетается. Ее добавки, например, предотвращают продукты от плесневения. Консервирующее действие проявляется в концентрации от 0,05-0,1. Наибольшую антимикробную и антигрибковую активность сорбиновая кислота проявляет при pH около 4,5, то есть в кислой среде. При высоких значениях pH (более 5,5) она действует лучше, чем бензойная.

Допустимой дозой сорбиновой кислоты для человека условно допустимой является 12,5-25 мг/кг веса тела.

Добавление кислот и поваренной соли усиливает фунгистатическое действие сорбиновой кислоты. С этой целью в сыры вносят аскорбиновую кислоту, которая, кроме усиления действия сорбиновой кислоты, удовлетворяет потребность организма человека в витамине С.

Аскорбиновая кислота используется для предотвращения окислительной порчи пищевых жиров, а также для предотвращения образования нитрозаминов из нитратов и нитритов. Аскорбиновая кислота является антиокислителем, то есть вещество, включающееся в процесс автоокисления различных продуктов и образующая стабильные промежуточные соединения.

Кроме того, введение аскорбиновой кислоты повышает пищевую ценность продуктов питания. Оказывает благоприятное действие на функции центральной нервной системы, стимулирует деятельность эндокринных желез, повышает сопро-

тивляемость человека к экстремальным воздействиям, препятствует образованию нитрозаминов-сильных канцерогенов.

Применение в качестве растительного компонента кукурузной крупы обусловлено созданием продукта с содержанием биологически активных веществ, находящихся в естественном соотношении в виде природных соединений, а так же для повышения эффективности производства, снижения себестоимости, для создания высококачественного продукта, отвечающего требованиям современной теории сбалансированного питания.

Способ производства мягкого сыра включает: нормализацию молока до жирности 3,2%; пастеризацию при температуре 85 °С с выдержкой 20-25 секунд; внесение в молоко сорбиновой кислоты, 1% кукурузной крупы, 0,25 % приправ; заквашивание при температуре 31-33 °С с добавлением 3,5% закваски, хлорида кальция 30-40 г на 100 кг молока, сычужного фермента 1г на 100 кг молока; получение сгустка в течение 40-60 минут; разрезка сгустка и нагревание до температуры на 1-2 °С выше температуры заквашивания для уплотнения сгустка; внесение витамина С и поваренной соли в сырное зерно; формование и самопрессование в течение 4-6 часов.

Было исследовано различное содержание сорбиновой кислоты, которую вносили от 0,1 до 0,2% от нормализованной смеси. По результатам дегустационной комиссии образец сыра с содержанием 0,1% сорбиновой кислоты набрал наибольшее количество баллов по 30 бальной шкале: внешний вид и цвет - 4 балла; структура и консистенция - 9 баллов; запах, вкус и аромат - 15 баллов.

Результаты исследования органолептических и физико-химических показателей сыра с содержанием сорбиновой кислоты 0,1% в процессе хранения приведены в таблице 1.

По результатам хранения и органолептической оценки оптимальной концентрацией внесения сорбиновой кислоты является 0,1% от массы молока. Срок хранения мягкого сыра с кукурузной крупой увеличивается до 20 дней.

Таким образом, была достигнута цель увеличения срока годности мягкого сыра с растительными добавками без созревания, обогащенного аскорбиновой кислотой. Такой сыр можно рекомендовать в производство любому молочному комбинату, так как он не требует дорогостоящего оборудования, имеет низкую себестоимость и будет пользоваться спросом среди потребителей.

Таблица 1 Результаты исследования органолептических и физико-химических показателей в сыре.

Показатели качества	Срок хранения, сут.			
	свежий	3	6	15
Органолептические показатели:				
Внешний вид и цвет	4	4	4	4
Структура и консистенция	9	9	9	9
Запах, вкус и аромат	15	15	15	13
Физико-химические показатели:				
Массовая доля жира, %	45	45	45	45
Поваренная соль, %	1	1	1	1
Влага, %	54	53,86	53,6	53,46
Активная кислотность	5,4	5,5	5,7	5,9

УДК 664.691. 11:577. 15

### СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ

*Осипова Г.А., кандидат технических наук  
Орловский государственный технический университет, Орел, Россия*

Производство полноценной и здоровой пищи во все времена было одной из самых важных задач, стоящих перед человечеством. На сегодняшний

день в России в связи с экологической нестабильностью на первое место выходит постоянная несбалансированность пищевого рациона по белкам, углеводам, минеральным элементам, витаминам и пищевым волокнам, которая является серьезным фактором ухудшения здоровья нации. Кроме того, нарушение экологической обстановки, практически, во всех регионах страны выдвигает задачу создания специальных пищевых продуктов для функционального питания.

В макаронной отрасли проблема повышения пищевой ценности продукции и создания группы изделий с направленно измененным химическим составом решается, в основном, путем использования новых нетрадиционных видов сырья.

В последние несколько лет в качестве такого сырья предлагается использовать предварительно замоченное диспергированное зерно пшеницы. Его химический состав, а именно высокое содержание витамина Е и витаминов группы В, микроэлементов, пищевых волокон, белка (около 20 %), позволяет предположить, что макаронные изделия, выработанные из такого сырья, должны не только иметь высокую пищевую ценность, но и выполнять роль профилактического продукта питания.

Целью данных исследований, проводимых в несколько этапов, явилось изучение возможности использования зерна пшеницы при производстве макаронных изделий.

В соответствии с поставленной целью на первом этапе работы решались следующие задачи: исследование влияния различных способов замачивания на качество готовых макаронных изделий, свойства клейковины и крахмала зерна пшеницы, реологические показатели макаронного теста, а также исследования микробиологических показателей и показателей безопасности макаронных изделий из целого зерна.

При производстве зерновых макаронных изделий, в отличие от традиционной технологии, вместо муки используют зерновую массу, которую готовят путём измельчения на диспергаторе специально обработанного зерна пшеницы.

Специальная обработка заключается в замачивании зерна, которое осуществляют в различных условиях. Цель замачивания – набухание зерна и размягчение его оболочек, предотвращающее снижение качества готовых макаронных изделий. В результате замачивания происходят изменения в качественном и количественном составе зерна пшеницы, что в первую очередь зависит от длительности и условий осуществления этого процесса.

При продолжительном замачивании (от 8 до 24 часов) происходит частичное прорастание зерна, существенно изменяется его белково-протеиновый комплекс. Прорастание сопровождается увеличением содержания свободного восстановленного глютамина в зародыше, что способствует активизации

протеолитических ферментов зерна. Во фракциях клейковинных и неклейковинных белков происходит восстановление дисульфидных связей и увеличение количества сульфгидрильных групп. Такие изменения в структуре фракций белков приводит к дезагрегации клейковины. Количество отмываемой клейковины в зерне за 24 часа подготовки снижается, а ее физические свойства ослабевают. Кроме этого, длительное замачивание ведет к тому, что большая часть сухих веществ зерна переходит в воду (например, при замачивании в течение 8 часов при температуре 30 °С содержание сухих веществ в воде увеличивается на 40 % от первоначального их содержания; при замачивании в течение 18 часов при температуре 30 °С – на 60 % от первоначального их содержания), и существенно уменьшается микробиологическая чистота зерна пшеницы.

Таким образом, для того, чтобы избежать отрицательных моментов замачивания и с учётом конечной влажности зерновой массы, предназначенной для производства макаронных изделий на промышленных прессах, равной 32-33 %, в данной работе с целью сокращения продолжительности процесса замачивания использовали ферментные препараты целлюлолитического действия – целловиридин ГЗх и Pentopan 500BG, в результате действия которых протекают начальные стадии процесса гидролиза целлюлозы и гемицеллюлоз, входящих в состав клеточных стенок оболочек, и повышается доступ влаги к другим составным частям зерна пшеницы, что обеспечивает его более быстрое набухание.

Для создания оптимальных условий действия данных ферментных препаратов в течение всего процесса замачивания поддерживали с помощью термостата температуру воды на уровне 40 °С и рН среды, равную 4-5, что достигалось в результате использования органической кислоты. В работе использовали зерно мягкой пшеницы 3 типа (яровой белозерной).

Предварительными исследованиями было установлено влияние температуры воды, используемой для замачивания зерна, на длительность этого процесса. При этом в первые 4 часа замачивания при всех температурных режимах происходит существенное увеличение влажности зерна: с 15,5 до 26,0-30,0 %. Это явление связано с интенсивным поглощением влаги через зародыш и бо-

родку. Однако с увеличением температуры с 20 до 40 °С интенсивность поглощения влаги возрастает: если при температуре воды, равной 20 °С, влажность зерна через 4 часа составляет 26 %, при 30 °С - 28 %, то при 40 °С - 30 %. После заполнения всех пустот, находящихся в оболочках, влага доходит до эндосперма, поглощение влаги эндоспермом проходит медленно, поэтому и влажность зерна увеличивается медленнее. В ходе данного эксперимента установлено, что необходимая влажность зерна - 32-33 % - достигается за менее продолжительное время, а именно за 5 часов, при температуре воды, равной 40 °С.

Однако, на наш взгляд, возможно еще в большей степени сократить продолжительность замачивания зерна. С этой целью были использованы ферментные препараты целлюлолитического действия - целловиридин ГЗх и Pentoran 500BG. Следует отметить, что оптимальные условия действия данных ферментных препаратов – это температура 40 °С, что уже способствует сокращению продолжительности замачивания, и рН, равная 4-5. Для создания такой рН была использована аскорбиновая кислота. При этом использование аскорбиновой кислоты, возможно, позволит повысить микробиологическую чистоту как самого зерна пшеницы, так и готовых макаронных изделий из диспергированного зерна, так как известно, что снижение рН существенно уменьшает активность ферментных систем микрофлоры. Кроме того, известно, что в макаронной промышленности аскорбиновая кислота используется как улучшитель для упрочнения структуры клейковины и в целом макаронного теста.

Ферментный препарат целловиридин ГЗх вносили в воду, предназначенную для замачивания зерна, в количестве 0,08; 0,24; 0,40; 0,56 г на 100 г зерна, Pentoran 500BG - 0,002; 0,004; 0,006; 0,008 г на 100 г зерна.

Для создания необходимой рН аскорбиновую кислоту вносили в воду, предназначенную для замачивания зерна, в количестве 0,20 г на 100 г зерна.

Контрольным образом служил образец зерна, замоченный в водопроводной воде температурой 40 °С без использования ферментных препаратов и органической кислоты.

Процесс замачивания осуществляли в течение 4 часов, пробы для анализа отбирали каждый час.

Результаты исследования представлены в таблице 1.

Анализ результатов исследований показал, что с увеличением дозировки ферментного препарата в присутствии аскорбиновой кислоты достижение влажности зерновой массы, равной 32-33 %, происходит за менее продолжительное время. Так при использовании ферментного препарата целловиридин ГЗх в количестве 0,08; 0,24; 0,40; 0,56 г на 100 г зерна продолжительность замачивания составила чуть более 4 часов; 3,5; 3,0 и 2,6 ч. соответственно. При использовании ферментного препарата Pentoran 500BG в количестве 0,002; 0,004; 0,006; 0,008 г на 100 г зерна – 4,0; 3,0; 2,6; 2,3 ч. соответственно.

Таблица 1 – Длительность замачивания зерна пшеницы в зависимости от дозировки ферментных препаратов

Наименование образца	Влажность зерна через, %			
	1 час	2 часа	3 часа	4 часа
Контроль	17	22	27	30
Замачивание зерна с использованием ферментного препарата целловиридин ГЗх в количестве, г на 100 г зерна				
0,08	19	24	29	31
0,24	20	26	31	33
0,40	22	27	33	35
0,56	24	28	34	36
Замачивание зерна с использованием ферментного препарата Pentoran 500BG в количестве, г на 100 г зерна				
0,002	20	24	30	32
0,004	22	26	32	34
0,006	25	28	34	36
0,008	27	30	35	37

Таким образом, минимальная продолжительность замачивания зерна до влажности зерновой массы 32-33 % достигается при использовании ферментных препаратов целловиридин ГЗх в количестве 0,56 г на 100 г зерна и Pentopan 500BG в количестве 0,008 г на 100 г зерна. Продолжительность замачивания в данном случае составила 2,6 и 2,3 ч соответственно.

Поскольку продолжительность замачивания зерна влияет на количественный и качественный состав зерна, в том числе на белковые вещества и крахмал, которые являются структурообразующими компонентами макаронного теста и играют решающую роль в формировании структуры макаронных изделий, считали целесообразным исследовать качество готовой продукции, а именно органолептические показатели и варочные свойства мака-

ронных изделий, что также необходимо для окончательного установления оптимальных условий замачивания, которые при минимальной его продолжительности позволили бы получить изделия высокого качества, в том числе с низким показателем содержания сухих веществ в варочной воде.

Качество готовых зерновых макаронных изделий определяли после варки, устанавливая органолептические и варочные свойства.

Органолептическую оценку сваренных макаронных изделий проводили в соответствии со шкалой балловой оценки. Результаты исследований органолептических показателей представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Балловая оценка макаронных изделий из целого зерна

Признаки качества, максимальный балл	Контроль	Ферментный препарат целловиридин ГЗх, г				Ферментный препарат Pentopan 500BG, г			
		0,08	0,24	0,40	0,56	0,002	0,004	0,006	0,008
Внешний вид, 25	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Цвет, 15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Запах, 10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Вкус, 25	23	23	23	25	25	23	23	23	25
Консистенция, 15	8	8	8	12	12	8	8	8	12
Состояние варочной воды, 10	8	8	8	9	9	8	8	8	9
Общая оценка, 100	87	87	87	94	94	87	87	87	94

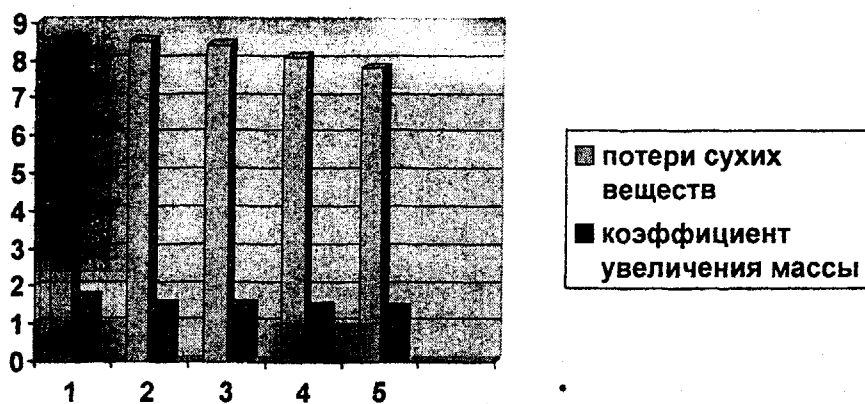
Таким образом, по данным таблицы 2 можно сделать вывод о том, что максимальную органолептическую оценку получили сваренные макаронные изделия, в процессе подготовки зерна для производства которых использовали ферментные препараты целловиридин ГЗх и Pentopan 500BG в количестве 0,40 и 0,56 г и 0,008 г соответственно. При этом ни один опытный образец по органолептичес-

ским показателям не уступает контрольному образцу.

Варочные свойства зерновых макаронных изделий определяли по следующим показателям: продолжительность варки до готовности, коэффициент увеличения массы, содержание сухих веществ в варочной воде. Результаты исследования представлены в таблице 3 и графически на рисунках 1 и 2.

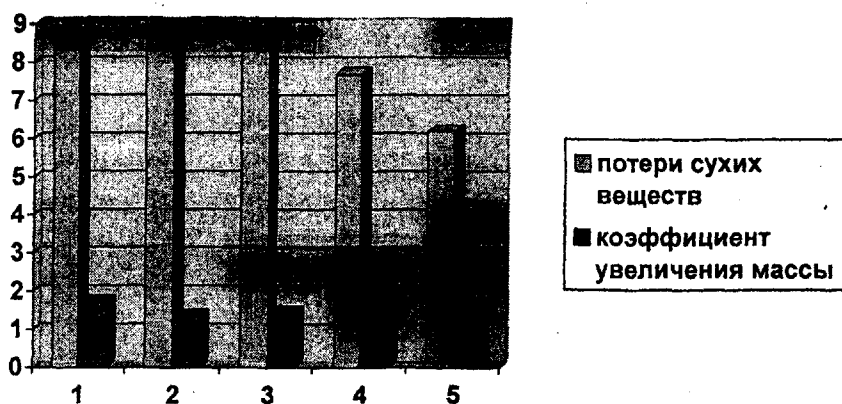
Таблица 3 – Влияние длительности процесса замачивания на качество макаронных изделий

Наименование показателя	Конт- роль	Ферментный препарат целлювиридин ГЗх, г				Ферментный препарат Pentoran 500BG, г			
		0,08	0,24	0,40	0,56	0,002	0,004	0,006	0,008
Продолжитель- ность варки, мин	5	3	3	3	3	3	3	3	3
Кoeffициент увеличения мас- сы, Км, раз	1,73	1,47	1,47	1,45	1,38	1,36	1,46	1,56	1,69
Потери сухих веществ в вароч- ную воду, Псв, %	8,5	8,4	8,1	7,8	7,6	8,9	8,6	7,7	6,2
Слипаемость	Слегка слипа- ются	слег- ка сли- пают- ся	отсут- ствует	отсут- ствует	отсутст- вует	слег- ка сли- пают- ся	слегка слипа- ются	отсут- ствует	отсут- ствует



1 – контроль  
 2 – 0,08 г на 100 г зерна  
 3 – 0,24 г на 100 г зерна  
 4 – 0,40 г на 100 г зерна  
 5 – 0,56 г на 100 г зерна

Рис. 1. – Зависимость длительности процесса замачивания зерна при использовании ферментного препарата целлювиридин ГЗх на варочные свойства макаронных изделий



1 – контроль  
 2 – 0,002 г на 100 г зерна  
 3 – 0,004 г на 100 г зерна  
 4 – 0,006 г на 100 г зерна  
 5 – 0,008 г на 100 г зерна

Рис. 2. – Зависимость длительности процесса замачивания зерна при использовании ферментного препарата Pentoran 500BG на варочные свойства макаронных изделий

Анализ полученных результатов показал, что варочные свойства опытных образцов зерновых макаронных изделий таковы: продолжительность варки их до готовности составляет 3 минуты; установлено снижение коэффициента увеличения массы изделий на 2,3-21,4 % по сравнению с контрольным образцом в зависимости от ферментного препарата и его дозировки. Содержания сухих веществ в варочной воде после варки опытных образцов снижается на 1,2-10,6 % при использовании ферментного препарата целловиридин Г20х и на 1,2-27,1 % при использовании ферментного препарата Pentopan 500BG по сравнению с контрольным образцом.

При этом в большей степени потери сухих веществ снижаются по сравнению с контрольным образцом при внесении ферментного препарата целловиридин Г3х в количестве 0,40 и 0,56 г, а также при внесении ферментного препарата Pentopan 500BG в количестве 0,008 г на 100 г зерна.

Таким образом, анализ экспериментальных данных показал, что использование ферментных препаратов целлюлолитического действия при производстве макаронных изделий позволяет существенно снизить длительность процесса замачивания зерна, что положительно влияет на качество готовых зерновых макаронных изделий. Основной показатель варочных свойств готовой продукции - потери сухих веществ в варочную воду - не превышает установленную норму для изделий хорошего качества (по ГОСТ Р 51865-02 не более 9 %). В

связи с тем, что данные макаронные изделия требуют непродолжительного времени для приготовления (не более 3 минут), их можно отнести к изделиям быстрого приготовления.

Так как по органолептическим и варочным свойствам максимальную оценку получили макаронные изделия с внесением 0,56 г ферментного препарата целловиридин Г3х и 0,008 г ферментного препарата Pentopan 500BG, дальнейшие исследования проводились с данными опытными образцами.

Поскольку процесс замачивания зерна продолжается более 2 часов, это должно каким-то образом сказаться на свойствах клейковинных белков и крахмала, поэтому считали целесообразным исследовать влияние длительности замачивания зерна пшеницы при использовании ферментных препаратов на количество и качество клейковины и свойства крахмала зерна пшеницы.

В процессе отмывания клейковины наблюдали постепенное разжижение структуры теста. Клейковина в конечном итоге приобрела пастообразную консистенцию, ее невозможно было собрать. Возможно, это объясняется тем, что в процессе замачивания при температуре 40 °С под действием собственных ферментов зерна, а также при избытке влаги существенно изменяются свойства клейковинных белков.

Результаты исследований свойств крахмала, которые осуществляли на приборе амилотест АТ-97 в режиме 2, сведены в таблицу 4.

Таблица 4 - Влияние длительности процесса замачивания зерна пшеницы при использовании ферментных препаратов на свойства крахмала

Наименование показателя	Контроль	Ферментный препарат целловиридин Г3х 0,56 г	Ферментный препарат Pentopan 500BG, 0,008 г
Начальная температура клейстеризации крахмала, °С	63,0	62,5	63,5
Температура максимальной вязкости крахмального геля, °С	78,0	82,5	83,5
Вязкость крахмального геля, Н	4,4	6,5	5,6

Полученные результаты показывают, что снижение длительности замачивания при внесении ферментных препаратов (по сравнению с контролем) оказывает следующее влияние на свойства крахмала:

- начальная температура клейстеризации крахмала практически не изменяется;

- температура максимальной вязкости крахмального геля у исследуемых образцов увеличивается на 5,77-7,1 % в зависимости от вида ферментного препарата;

- вязкость крахмального геля при температуре клейстеризации крахмала также увеличивается у на 27,3-47,7 %.

На наш взгляд, данные изменения свойств крахмала по сравнению с контролем связаны именно с сокращением процесса замачивания - с 5 часов до чуть более 2 часов.

Изменения свойств клейковины и крахмала зерна пшеницы, на наш взгляд, должны повлечь за собой изменение реологических свойств макаронного теста, которые определяют качество готовых макаронных изделий, поэтому считали целесообразным исследовать влияние сокращения

длительности процесса замачивания при внесении ферментных препаратов по сравнению с контролем на реологические показатели макаронного теста.

Макаронное тесто в данном случае представляет собой дважды диспергированное зерно пше-

Таблица 5 - Реологические показатели макаронного теста

Наименование образца	Наименование показателя			
	Предельное напряжение сдвига $\tau_0$ , МПа	Коэффициент консистенции К, МПа*с <sup>п</sup>	Индекс течения п	Вязкость $\eta$ , МПа*с <sup>-1</sup> (при $\dot{\gamma}=7,4-7,55$ с <sup>-1</sup> )
Контроль	-0,007	0,02	0,42	0,01
Макаронные изделия (замачивание зерна с использованием ферментного препарата целлови-ридин ГЗх)	-0,004	0,05	0,69	0,022
Макаронные изделия (замачивание зерна с использованием ферментного препарата Pentopan 500BG)	-0,004	0,06	0,3	0,015

По результатам исследований реологических свойств теста из диспергированной зерновой массы при замачивании зерна в течение 2 часов при температуре 40 °С при использовании ферментных препаратов установлено, что структура теста опытных образцов укрепляется по сравнению с контролем: предельное напряжение сдвига увеличивается на 42,9 %; коэффициент консистенция теста - в 2,5-3 раза; вязкость теста - в 1,5-2,2 раза. Тесто образуется в 2 раза быстрее.

Поскольку в процессе замачивания зерна пшеницы в течение определенного времени снижа-

ется микробиологическая чистота как самого зерна, зерновой массы после диспергирования, так и в конечном итоге готовых макаронных изделий, считали необходимым исследовать микробиологические показатели готовой продукции. Поскольку в СанПиН 2.3.2.1078-02 в требованиях к микробиологическим показателям макаронных изделий отсутствуют данные по картофельной палочке, для сравнения использовали требования для зерна пшеницы. Данные по микробиологическим показателям представлены в таблице 6.

Исследование реологических характеристик проводили на капиллярном вискозиметре сразу после замеса. Течение макаронного теста описывали уравнением Гершеля–Балкли

$$\tau = \pm \tau_0 + K \cdot \dot{\gamma}^n, \quad (6)$$

где  $\tau$  – касательное напряжение в данной точке, МПа;

$\tau_0$  – предельное напряжение сдвига, МПа;  
 К – коэффициент консистенции, МПа\*с<sup>п</sup>;  
 п – индекс течения.

Коэффициенты уравнения –  $\tau_0$ , К, п – рассчитывали графоаналитическим методом.

Результаты исследований представлены в таблице 5.

Таблица 6 - Микробиологические показатели зерновых макаронных изделий

Наименование образца	Количество микроорганизмов, групп		
	МАФАМ, КОЕ/г, не более	Bacillus mesentericus, ед.	Дрожжи и плесневые грибы, КОЕ/г, не более (сумма)
Показатели по СанПиН	$5 \cdot 10^4$	10	100
Макаронные изделия (замачивание зерна с ферментным препаратом целловиридин ГЗх)	57	8	45



Продолжение таблицы 6

Макаронные изделия (замачивание зерна с ферментным препаратом Pentopan 500BG)	63	9	50
---	----	---	----

Данные макаронные изделия вырабатываются из целого зерна пшеницы, прошедшего предварительную подготовку. Поскольку известно, что само зерно может содержать существенное количество токсичных элементов и радионуклидов, оказы-

вающих отрицательное влияние на человеческий организм, считали необходимым исследовать показатели безопасности готовых макаронных изделий.

Данные по показателю безопасности макаронных изделий представлены в таблице 7.

Таблица 7 - Показатели безопасности зерновых макаронных изделий

Наименование показателя	Значение по НД	Результаты испытаний	НД на методы исследований
1	2	3	4
<b>Токсичные элементы, мг/кг</b>			
Свинец	He >0,5	0,03	ГОСТ 26932-86
Кадмий	He >0,1	0,02	ГОСТ 26933-86
Мышьяк	He >0,2	<0,02	ГОСТ 26930-86
Ртуть	He >0,02	<0,008	ГОСТ 26927-86
<b>Радионуклиды, Бк/кг</b>			
Активность цезия-137	He >60,0	<9,1	Комплекс радиометрический «Прогресс-спектр». Методика экспрессного радиометрического определения по гамма-излучению объемной и удельной активности радионуклидов цезия в почве, воде, продуктах питания, продукции животноводства.
Активность стронция-90	He >30,0	<26,4	Методические рекомендации Удельная активность стронция-90. Бета-спектрометрические измерения в объектах окружающей среды, пищевых продуктах и биопробах.

По результатам анализов микробиологических показателей и показателей безопасности можно сделать выводы о том, что зерновые макаронные изделия соответствуют требованиям СанПиН 2.3.2.1078-02.

Таким образом, на данном этапе работы определены условия и параметры замачивания зерна пшеницы, при соблюдении которых в дальнейшем возможна выработка макаронных изделий достаточно высокого качества, соответствующих требованиям СанПиН по микробиологическим показателям и показателям безопасности.

Однако в ходе проведения данного этапа работы возник целый ряд вопросов, требующих проведения дальнейших исследований.

УДК 664.858-612.392.98

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЕЗМОЛОЧНОГО МОРОЖЕНОГО НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО МОЛОКА ИЗ ПРОРОЩЕННЫХ СЕМЯН ДВУДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ**

*Симоненкова А.П., кандидат технических наук, Самофалова Л.А., кандидат технических наук Орловский государственный технический университет, Орел, Россия*

В связи с тем, что становится актуальной проблема замены коровьего молока не только из-за его недостатка, но и индивидуальной непереносимости белка и лактозы определенной частью населения, в том числе и детей [9], в последнее десятилетие возникло качественно новое направление производства молочных продуктов массового и лечебно-профилактического назначения, базирующееся на использовании растительных заменителей молока. Растительное сырье должно обладать хорошими

эмульгирующими и пенообразующими свойствами, не изменять привычных органолептических ощущений продукта.

В данной работе исследована возможность получения безмолочного мороженого на основе двух видов растительного молока. Для этого были составлены модельные системы-аналоги смесей для мороженого, учитывающие закономерности структурообразования в готовом продукте, определены их технологические свойства и влияние на качество.

В качестве основы в модельных смесях использовали два вида растительного молока – соевое и конопляное «Флора», в качестве жировой фазы – растительное масло, загустители и стабилизаторы – сухое обезжиренное молоко или толокно (ранее не применявшееся в рецептурах мороженого), или их сочетания и Палсгаард. В готовом продукте растительное масло заменяли на традиционное масло коровье.

Толокно представляет собой муку из овса, подвергнутого глубокой гидротермической обработке, в результате которой происходит ферментативный, а в основном не ферментативный частичный гидролиз крахмала до декстринов и, в меньшей степени, до мальтозы. Слабо декстринизованный крахмал имеет повышенные функциональные свойства: лучше, чем обычный, растворим в воде, более доступен действию ферментов и усваиваем организмом. Это дает возможность использовать его в качестве загустителя в пищевых продуктах.

Оба вида растительных заменителей молока представляют собой низкокалорийные напитки близкого к коровьему молоку основного химического состава, высокой пищевой ценности, содержащие биологически активизированный функцио-

нальный белок, пептиды, свободные аминокислоты, лецитин, растворимые сахара, пищевую диетическую клетчатку, биогенные макро- и микроэлементы, витамины, энзимы, фитогормоны и др. биологически активные вещества [3; 9].

При разработке рецептур мороженого руководствовались соблюдением следующих условий: при максимальной замене животного молочного сырья растительным стремились сохранить типичные для традиционного продукта консистенцию, структуру и вкусовые характеристики. В основу расчета смесей для мороженого положено определение количества ингредиентов и их вес. Правильно составленная рецептура дает возможность получить мороженое, отвечающее требованиям стандарта по количественным показателям при минимальном расходе сырья, что позволяет уменьшить потери и увеличить выход готовой продукции [2].

Были апробированы модельные смеси трёх типов:

- (1) растительное молоко – СОМ – стабилизатор;
- (2) растительное молоко – СОМ – толокно – стабилизатор;
- (3) растительное молоко – толокно – стабилизатор.

Соотношение компонентов при создании моделей определялось с учётом правил составления рецептуры молочного мороженого (жирностью 3-5%, содержанием сухих веществ 29-30%) [2] и химического состава сырья.

Таблица 1 – Рецептуры модельных смесей для мороженого из нетрадиционного сырья, %

Сырьё	молочная смесь	С соевым молоком			С молоком «Флора»		
		1	2	3	1	2	3
масло коровье	3,5	4	4	5	3,5	3,5	4
СОМ	5	5	2	-	5	2	-
толокно	-	-	3	5	-	3	5
стабилизатор	0,6	0,6	0,3	-	0,6	0,3	-
молоко цельное	70	-	-	-	-	-	-
растительное молоко	-	70,4	75,0	75,5	75,4	75,5	70,0
вода остальное	20	20	15,6	14,5	15,0	15,7	21,0
Итого:	100	100	100	100	100	100	100

Приготовление модельных смесей осуществляли следующим образом: смешивали сыпучие

компоненты, при постоянном перемешивании небольшими порциями добавляли (по рецептуре) по-

догретую воду и растительное молоко ( $t$  30-35°C). Далее смесь обрабатывали в миксере, со скоростью 6000 об/мин, прогревали на водяной бане до 70-75°C, выдерживали 20 минут для набухания, подвергали одно- и двухступенчатой гомогенизации, охлаждали до температуры 3-5°C, оставляли на созревание.

Технологические свойства моделей оценивали по показателям: вязкость (до- и после гомогенизации и созревания), качество эмульгирования (стойкость эмульсии, эффективность гомогенизации).

Мороженое можно рассматривать как систему, содержащую эмульсию (масло/вода) и пену (эмульсия вода/воздух). Структура мороженого характеризуется совокупностью органолептических и структурно-механических свойств, определяемых взаимодействием между белками, жирами и углеводами [4; 8]. Решающую роль играет степень дисперсности жировой фазы и стойкость эмульсии молочного жира. Молочный белок является эмульгатором жировой фазы во время гомогенизации и пенообразователем в процессе фризирования. Сложное взаимодействие этих компонентов с водой и друг другом формирует свойства продукта. Придание заданной формы и структуры является одной из важных задач технологии мороженого [4; 9].

По свидетельству многих учёных, занимавшихся изучением технологии мороженого, на структуру и консистенцию продукта влияют: соотношение жира и СОМО, воды и СОМО, воды и белка, состав и свойства белков, состав минеральных солей, присутствие электролитов, величина рН и т.д. [1; 3; 7; 9; 10;].

Из теоретических источников известно, вязкость молока и продуктов на его основе обуславливается, прежде всего, белками и соевым составом, поскольку именно он оказывает влияние на гидрофильность белков. Следовательно, формирование продукта непосредственно связано с функциональными свойствами белков, прежде всего способностью к набуханию. Снижая количество свободной воды, и предотвращая рост кристаллов льда при замораживании, молочные белки в комплексе с стабилизаторами в традиционных смесях для мороженого способствуют образованию мелких кристаллов.

По данным литературы, вязкость смесей для мороженого не представляет собой суммы вязкости составных компонентов и зависит от целого ряда факторов: общего содержания сухих веществ, функциональности применяемого сырья, вида стабилизатора, содержания солей (кальциевых, магниевых, нитритов, нитратов), режимов технологической обработки (пастеризации, охлаждения, фризирования) [3; 5; 7; 11].

Известно также, что в традиционном мороженом наибольшее влияние на вязкость смесей оказывает вид применяемого стабилизатора [2]. Вместе с тем, вязкость самих растворов стабилизаторов зависит не только от вида, но и консистенции его [1], времени выдержки раствора [2].

Структуру мороженого с нетрадиционным сырьём также можно регулировать путём подбора сырьевых компонентов с высокой функциональностью: эмульгаторов, пенообразователей, наполнителей, изменением реакции среды, соотношения водной и жировой фаз, а также технологическими приёмами - температура, условия созревания, способы и режимы эмульгирования [4; 7; 9; 10].

Известно, что растительным белкам присущи все свойства, которыми обладают полимеры этой группы, в том числе и поверхностная активность [3; 4; 5; 7]. Белки прорастающих семян естественным образом гидратированы и подвижны в водных растворах. Присутствие в прорастающих семенах биологически активных ПАВ липидной природы фосфолипидов (лецитин, кефалин), моно- и диглицеридов жирных кислот эфиров моно- и диглицеридов с органическими кислотами [7; 9] намного усиливает их функциональные характеристики. Семена сои, наряду с перечисленными ПАВ, имеют в своём составе сапонины, известные своей высокой поверхностной активностью [10].

Существенное влияние на структуру и консистенцию мороженого оказывают стабилизаторы, обладающие большой водосвязывающей способностью. Тем самым они повышают вязкость смесей и препятствуют образованию крупных кристаллов льда при замораживании. Мороженое приобретает мелкокристаллическую структуру и эластичную консистенцию. Стабилизаторы обеспечивают высокую взбитость смесей, образование стойкой пены и повышают сопротивляемость мороженого таянию. Оптимальная дозировка стабилизаторов определя-

ется опытным путем. Смеси, содержащие излишнее их количество, обладают чрезмерной вязкостью, плохо взбиваются, что обуславливает тягучую тестообразную консистенцию мороженого [8].

Палсгаард, используемый нами в модельных смесях, применяется в традиционном молочном мороженом для коррекции функциональных свойств сухого обезжиренного молока. Стабилизаторы

этого типа представляет собой растительные структурообразователи полисахаридной основы, в состав которых входят моно- и диглицериды, обладающие сильными поверхностно-активными свойствами, хорошо растворяются в холодной воде, а образуемые ими вязкие растворы обладают высокой устойчивостью к нагреванию и охлаждению [8].

Таблица 1 – Изменение вязкости модельных смесей для мороженого при созревании при 20°C, Па·с ( $x \pm m$ ;  $m \leq 0,005$ )

№ №	Вид смеси	Время выдержки, час			
		до созревания	2	3	4
	молочная	0,0425	0,0478	0,0579	0,0710
1	МС-1	0,0361	0,0436	0,0583	0,0633
2	МФ-1	0,0396	0,0496	0,0666	0,0721
3	МС-2	0,0467	0,0636	0,0725	0,0752
4	МФ-2	0,0485	0,0681	0,0749	0,0792
5	МС-3	0,0498	0,0789	0,0833	0,0843
6	МФ-3	0,0521	0,0840	0,0887	0,0890

Дозировка Палсгаарда определялась с учетом особенностей рецептурных компонентов. В смеси первого типа (№№ 1; 2) вносили 0,6% стабилизатора; у второго типа (№№ 3; 4) снижено содержание сухого обезжиренного молока, присутствует толокно. Учитывая синергизм функциональных свойств этих компонентов, в них вводили (0,3 %) Палсгаарда. В смесях третьего типа (№№ 5; 6) отсутствует СОМ, функции стабилизатора выполняет толокно.

Установлено, что первоначальная вязкость модельных смесей первого типа снижена по сравнению с молочной: на основе соевого молока - на 15%, молока «Флора» - на 6,8%. В смесях второго и третьего типов вязкость повышена - на 9,8-22,5% и отслеживается влияние толокна, присутствующего в рецептуре.

Сравнивая влияние двух видов растительного молока на вязкость модельных смесей, отмечаем,

что этот показатель в вариантах с соевым молоком в среднем на 8% ниже, чем с молоком «Флора», вместе с тем заметно, что присутствие толокна оказывает большее влияние, чем растительной основы. Так, вязкость смесей с толокном второго и третьего типа на 15,8; 33,1% превышает таковую в вариантах первого типа с соевым молоком и СОМ, и на 9,84; 23,4% в вариантах первого типа с молоком «Флора» и СОМ.

По мере созревания вязкость в контроле (молочной смеси) и опытных смесях, увеличивается в 1,6-1,8 раза, но с разной скоростью. Более быстро созревают смеси третьего типа №№ 5 и 6, к 2 часам достигая 84-89% роста.

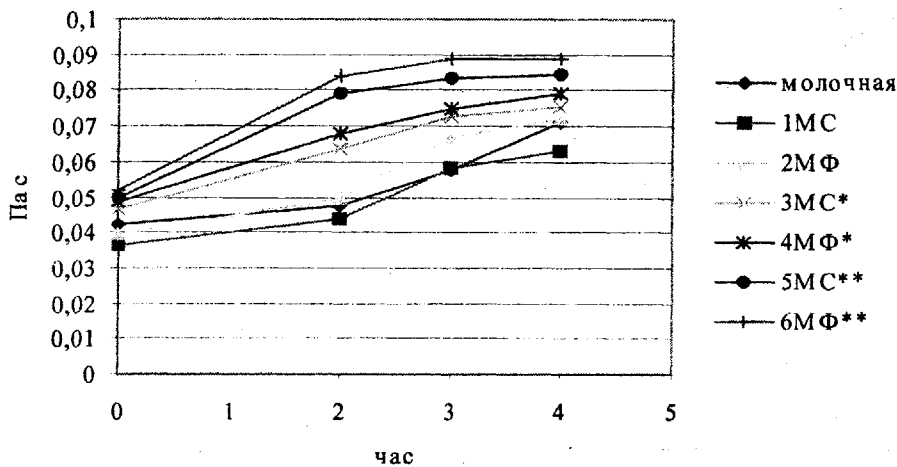


Рис. 1. – Изменение вязкости модельных смесей при созревании

Смеси, второго типа, сочетающие СОМ и толокно, созревают в течение 3 часов, смеси первого типа - в течение 4 часов - это время набухания стабилизатора, присутствующего в рецептуре в максимальном количестве.

Наибольшей вязкостью отличаются созревшие смеси третьего типа, с толокном, наименьшей - первого - с СОМ и стабилизатором.

Исследования показали, что опытные смеси хорошо подвергаются эмульгированию. Эффективность гомогенизации наиболее высокая у первого и

второго типов смесей - содержание жировых шариков до 3 мкм от 68 до 84%, тогда как у третьего типа этот уровень достигается только после двухстадийной обработки. У всех вариантов эмульсия стабильна. Отсутствие стабилизатора в смесях третьего типа практически не сказывается на стойкости эмульсии.

Таким образом, вводимые добавки в комплексе с растительным молоком позволяют получить смеси для мороженого, близкие по технологическим свойствам к традиционной молочной смеси.

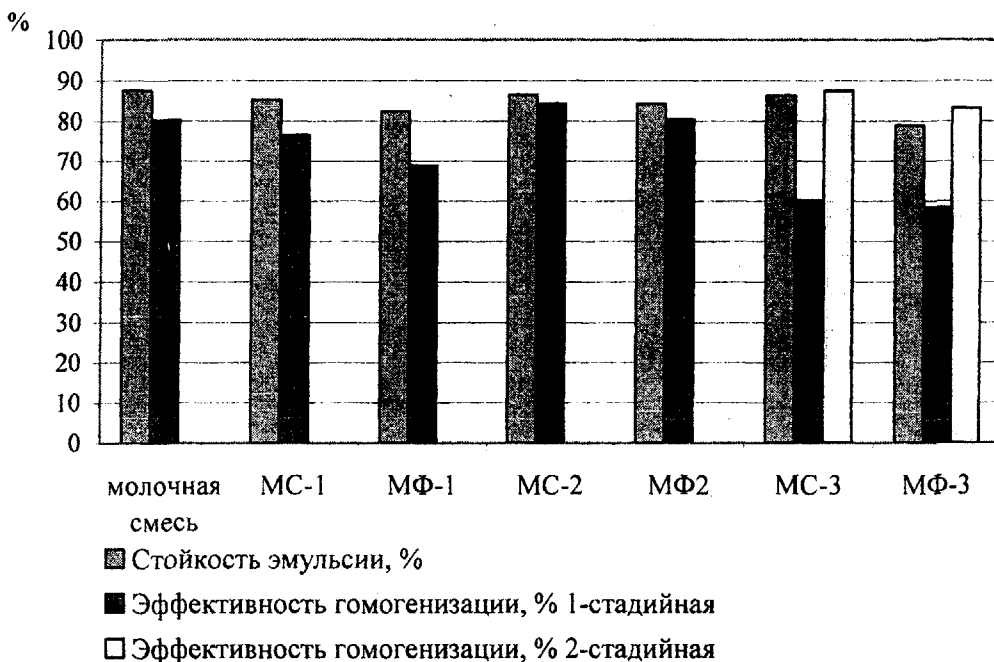


Рис. 2 - Результаты исследований технологических свойств модельных смесей для мороженого на растительной основе

На основе моделей были составлены и апробированы в производственных условиях, рецептуры мороженого. Исследовано качество новых видов функционального мороженого (таблица 3).

Как показали исследования, замена традиционного молочного сырья растительным, положительно влияет на химический состав готовых продуктов. Во всех случаях на 34-38 % снижается содержание углеводов, в вариантах с толокном углеводный состав дополняется легкоусвояемым декстринизированным крахмалом и сахарами. В рецептурах с полной заменой животного сырья (№№ 5; 6), несмотря на общее снижение содержания белка (на 24-32 %), полностью исключена лактоза. В рецептурах с молоком «Флора», СОМ и толокном (№№ 2; 4) повышается содержание белка (на 24,2 и 7,6 %). Во всех образцах улучшается жирнокислот-

ный состав за счёт дополнения молочного жира растительным, присутствующим в растительном молоке.

Расчеты биологической ценности показали, что в опытных смесях увеличивается доля белка, расходуемого на пластические цели, и снижается на покрытие энергетических потребностей - КИБ возрастает на 16-40 %, КУБ снижается на 32-45 %. Максимальный эффект достигается в рецептурах при сочетании растительного молока и СОМ (№№ 1; 2), минимальный - с полной заменой животного сырья (№№ 5, 6). С учётом всего комплекса характеристик - ( $\sigma_c$ ,  $\sigma_n$ ), наиболее оптимальными по степени сбалансированности аминокислотного состава являются варианты №№ 3, 4, содержащие трёхкомпонентный белок.

Таблица 3 – Показатели качества смесей для мороженого

Показатели качества / коэффициент весомости	Варианты рецептуры						
	молочное мороженое	МС-1	МС-2	МС-3	МФ-1	МФ-2	МФ-3
1	2	3	4	5	6	7	8
Содержание влаги, %	70,5	71,2	69,4	70,8	70,3	70,6	71,4
Содержание, % белков/ 0,15	3,3	3,4	4,1	3,2	3,6	2,2	2,5
жиров/ 0,15	3,5	3,7	5,0	4,0	5,0	4,0	5,0
углеводов, в т.ч. крахмала / 0,025	22,2	20,5	19,7	20,8	19,8	20,9	19,6
	-	-	-	1,46	1,46	2,43	2,43
Соотношение белок:влага/0,05	0,046	0,047	0,058	0,042	0,050	0,032	0,035
Соотношение жир:белок/0,15	0,9	0,9	0,83	0,77	0,71	0,56	0,50
Соотношение жир:сухие вещества/0,05	0,12	0,13	0,16	0,14	0,17	0,14	0,17
КИБ, $\varphi$ / 0,1	0,58	0,75	0,81	0,73	0,72	0,67	0,67
КУБ, $P_d$ / 0,1	1,35	0,85	0,78	0,75	0,92	0,74	0,83
Энергетическая ценность, кДж / 0,025	133,5	129,0	140,2	132,0	138,6	128,4	133,5

Из рисунка 4 видно, что в белковом комплексе комбинированных смесей присутствуют все незаменимые аминокислоты, сумма НЗАК на 2-6 % превосходит контроль. В разных вариантах от 9 до 40% дополнено содержание лимитирующих серусодержащих аминокислот, от 7 до 77% - ароматических. Большой эффект достигается в смесях с коно-

пленным молоком. Вместе с тем, замена коровьего молока способствовала снижению содержания лизина в суммарном белке, скор понизился на 26,7 – 38,3%. В вариантах с соей скор лизина выше 100%. В смесях с толокном понизился уровень треонина (12-13%).

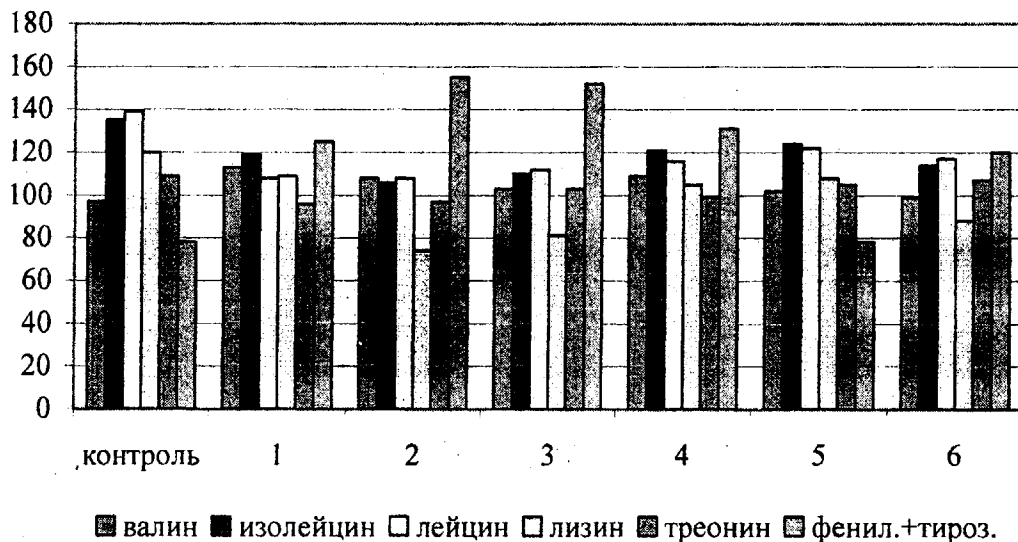


Рис. 4. – Биологическая ценность новых видов мороженого

Таким образом, технологические свойства и пищевая ценность двух видов растительного молока позволяют рассматривать их как возможных заменителей цельного коровьего молока в рецептурах мороженого.

Вводимые добавки (стабилизатор и толокно) в комплексе с растительным молоком позволяют получить смеси для мороженого, близкие по технологическим свойствам к традиционной молочной смеси.

Готовые продукты могут считаться функциональными в связи с заменой казеина и лактозы полноценным двух- трёхкомпонентным биологически активным растительным белком и легкоусвояемыми углеводами.

Опытные партии безмолочного мороженого выработаны в условиях производства, разработана нормативно-техническая документация.

1. Дьяченко, П.Ф. Влияние солей кальция на вязкость молока [Текст] / П.Ф. Дьяченко, Нго-Лой // Известия ВУЗов "Пищевая технология". – №4. – 1967.

2. Взоров, А.Л. Применение стабилизаторов и эмульгаторов в современном производстве мороженого [Текст] / А.Л. Взоров, В.А. Никитков, А.Н. Жгун, В.К. Соколов. – М.: Пищевая промышленность. – №2. – 1998. – С.40-43.

3. Измайлова, В.Н. Структурообразование в белковых системах [Текст] / В.Н. Измайлова, П.А. Ребиндер. – М.: Наука, 1974. – 258с.

4. Кэмпбэлл, И.Дж. Влияние стабильности эмульсии на свойства мороженого [Текст] / И.Дж. Кэмпбэлл, Б.М.С. Пелан. – М.: Молочная промышленность, 1999, №9 – С.30-32.

5. Мачихин, Ю.А. Инженерная реология пищевых материалов [Текст] / Ю.А. Мачихин, С.А. Мачихин. – М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1981. – 212с.

6. Шевцов, В.К. Структурообразователи Палсгаард в производстве мороженого [Текст] / В.К. Шевцов. – М.: Пищевая промышленность, 1998, №2. – с.44-45.

7. Ребиндер, П.А. Физико-химическая механика дисперсных структур в химической технологии [Текст] / П.А. Ребиндер и др.

// В кн. Теоретические основы химической технологии. – М., 1972, т. VI, №6, с.872-879.

8. Савельева Г.И. Исследование влияния режимов пастеризации и гомогенизации смесей на их физико-химические показатели и качество мороженого [Текст] / Автореф дис. к.т.н. – М., 1969. – 20 с.

9. Урьев, Н.Б. Пищевые дисперсные системы [Текст] / Н.Б. Урьев, М.А. Талейник. – М.: Агропромиздат, 1985. – 296 с.

10. Фильчакова, Н.Н. Стабилизация жировой и воздушной дисперсных фаз мороженого с целью совершенствования технологии его производства [Текст] / Дис... канд. техн. наук. – М., 1973. – 153 с.

11. Frandson J.I, Arbuckle W.S. Ice cream and related products Westport Connecticut, 1961, New York, London.

УДК 663. 86:616. 441

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО НАПИТКА «ЯБЛОЧНО-ЧЕРНОСМОРОДИНОВЫЙ»

*Иванова Т.Н., доктор технических наук  
Ульянченко Л.А., кандидат экономических наук  
Финева И.А., студент  
Орловский государственный технический университет, Орел, Россия*

Ассортимент безалкогольных напитков на российском рынке достаточно велик и постоянно расширяется. Однако, следует отметить, что представлен он в основном традиционными видами: газированные безалкогольные напитки, минеральные воды, соки, нектары, сокосодержащие напитки. Российский потребитель практически не знаком с продукцией, которая составляет отдельный сегмент западного рынка. Это так называемые «функциональные или здоровые напитки», в состав которых входят ингредиенты, благотворно влияющие на организм и оказывающие оздоровительный эффект.

Сокодержательные напитки служат источниками углеводов, органических кислот, минеральных веществ, других биологически активных компонентов. Немаловажное значение имеют вкусовые свойства, способность напитков утолять жажду, удобство в потреблении. Напитки способны оказывать общеукрепляющее действие. Эта группа продуктов корректирует водно-солевой обмен, способствует нормализации деятельности желудочно-кишечного тракта, усвоению других продуктов.

Потребитель должен не только испытывать удовлетворение при потреблении напитка, но и покрывать ежедневную потребность в витаминах. Подобная концепция комбинирования напитка и питательной ценности, привлекательности вкуса и витаминов не только открывает новые перспективы на рынке, но и легла в основу разработки и создания в условиях кафедры «Технология и товароведение продуктов питания» Орловского государственного технического университета нового профилактического напитка «Яблочно-черносмородиновый», обладающего тонизирующим и общеукрепляющим эффектом иммунной системы организма, используемого для профилактики лечения йодной недостаточности за счет внесения в рецептуру напитка биологически активной добавки из семян яблок.

С целью повышения пищевой ценности напитка в качестве основы его взят натуральный осветленный яблочный сок, что обогащает продукт витаминами, углеводами, органическими кислотами, Р – активными веществами.

В яблоках содержится до 16 % сахаров, среди которых преобладают фруктоза, а также клетчатка, много пектиновых веществ, большое количество органических кислот (в том числе яблочная – до 60-90 %, лимонная, салициловая, янтарная и другие). Широко представлены в яблоках почти все витамины, что делает их важнейшим средством предупреждения гипо-и авитаминозов. В яблоках содержатся флавоноиды, эфирные масла, много макро- и микроэлементов. Фитонциды яблок активны по отношению к некоторым вирусам гриппа. Исходя из этого, можно утверждать, что напиток профилактический «Яблочно-черносмородиновый» оказывает противовоспалительное и бактерицидное действие.

В рецептуру разработанного напитка входят следующие компоненты в соотношениях, обусловленных физиологическими нормами потребления: сок яблочный натуральный осветленный, настой лекарственно-технического сырья, сахарный сироп, экстракт из варенья, экстракт из семян яблок.

Основу растительной композиции напитка составляют листья черной смородины и малины. Лекарственные растения оказывают мягкое профилактическое действие, подавляя воспалительные процессы, стимулируют защитные силы организма, укрепляют иммунную систему. Напитки на растительной основе, содержащей в своем составе биологически активные добавки (БАД), приобретают полезные свойства лекарственных растений. Листья малины и черной смородины содержат значительное количество аскорбиновой кислоты, поэтому настои этих растений обладают лечебно-профилактическими свойствами.

Основные функции аскорбиновой кислоты и проявление ее дефицита заключается в следующем:

- поддерживает в здоровом состоянии кровеносные сосуды, кожу и костную ткань;
- стимулирует защитные силы организма, укрепляет иммунную систему;
- способствует обезвреживанию и выведению чужеродных веществ и ядов;
- улучшает усвоение железа.

С целью научного обоснования введения отдельных ингредиентов, проводили исследования экстрактов из сушеных листьев малины, черной смородины и семян яблок.

В результате эксперимента установлены режимы экстрагирования растительного сырья, позволившие максимально извлечь сухие питательные вещества. Наилучшие результаты были получены при исследовании водной экстракции горячим способом. Данные о содержании сухих веществ в экстракте представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание сухих веществ в экстрактах

Сырье	Соотношение Сырье: экстрагент	Сухие вещества, по рефрактометру
Листья малины	1:50	0,8
	1:75	0,7
	1:100	0,6
Листья черной	1:50	0,7



Продолжение таблицы 1

Листья черной смородины	1:50	0,7
	1:75	0,6
	1:100	0,5
Семена яблок	1:10	1,9
	1:20	1,7
	1:30	1,6

Введение в рецептуру напитка натурального сырья, содержащего красящие, вкусовые, ароматические вещества, позволяет избежать внесения в продукт вышеназванных веществ синтетического происхождения. С этой целью был использован экстракт из черносмородинового варенья. За счет этого продукт не только обогатился антоцианами, входящими в большую группу так называемых флавоноидов, но и приобрел красноватый оттенок. Содержание большого числа фитонцидов в черной смородине оказывает противовоспалительное и профилактическое действие напитка при простудных заболеваниях.

В целях обогащения напитка биологически активными веществами изучен химический состав семян яблок.

В настоящее время имеется информация о значительном содержании в семенах яблок жизненно важных микронутриентов, в частности йода. В связи с этим, в рецептуру напитка профилактического «Яблочно-черносмородиновый» внесен экстракт из семян яблок в качестве биологически активной добавки.

Технология приготовления напитков заключается в следующем.

Приготовление настоев. Лекарственно-техническое сырье помещают в емкость с горячей водой в соотношении (г:мл) 1:25 и настаивают 15-20 минут, затем настой сливают, сырье снова заливают горячей водой в том же соотношении. Затем первый и второй смешивают. Тщательно фильтруют.

Приготовление экстрактов. Варенье помещают в емкость с горячей водой в соотношении (г:мл) 1:5 и настаивают 1 час. Затем экстракт фильтруют и быстро охлаждают. И снова фильтруют. Высушенные семена яблок размалывают и засыпают в емкость для проведения горячего способа экстрагирования (80°C, время – 15 минут с последующим охлаждением в течение 90 минут). Соотношение семян и экстрагента (воды) составляет 120.

Приготовление сахарного сиропа. В сироповарочный котел вносят просеянный сахар-песок, заливают водой в соотношении (г:мл) 1:5 и кипятят в течение 5 минут, сироп фильтруют, охлаждают до 40°C.

В емкость для приготовления напитка вносят сахарный сироп, осветленный яблочный сок, экстракт из варенья, перемешивают и подогревают до 80°C. Затем вносят остальные компоненты: экстракт из семечек яблок и настои лекарственно-технического сырья, смесь перемешивают, фильтруют и разливают в подготовленную тару, укупоривают и стерилизуют.

Полученный напиток имеет золотисто-коричневый оттенок, обусловленный присутствием красящих веществ черной смородины, которые представлены антоцианами, имеющими красноватую окраску. Вкус приятный, кисло-сладкий, с ароматом вытяжки листа черной смородины. Запах – ярко выраженный, фруктовый. По внешнему виду напиток – полупрозрачная жидкость с опалесценцией в виду присутствия вытяжки из семян семечковых плодов. Дегустационная оценка образца напитка свидетельствует о том, что при купаже компонентов напитка в предложенных количествах получается наиболее оптимальное соотношение компонентов, определяющих хорошие органолептические показатели, в результате чего указанный образец получил наиболее высокую сумму баллов при дегустационной оценке (19,12 баллов).

Данный напиток можно использовать для укрепления иммунной системы организма, в качестве профилактики лечения йодной недостаточности.

Изучается информация о потребителях, для которых эти продукты предназначены: в первую очередь их осведомленность о значении йода для организма и отношении к йодированным продуктам. Это позволяет открыть новые перспективы сокодержащих напитков профилактического назначения на рынке безалкогольных напитков, расширить ассортимент и более полно удовлетворить запросы потребителей.

УДК 664.858-612.392.98.002.35

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ “ПОЛИКОМА” В  
ПРОИЗВОДСТВЕ МОРОЖЕНОГО**

*Бычкова Т.С., аспирант,  
Артемова Е.Н., доктор технических наук  
Орловский государственный технический  
университет, Орел, Россия*

Современные тенденции совершенствования ассортимента продуктов питания ориентированы на создание сбалансированной по пищевой и биологической ценности продукции, способной обеспечить потребности различных групп населения.

Перспективным в создании качественно новых молочных продуктов представляется направление по комбинированию молочного и растительного сырья. Этот приём обеспечивает потенциальную возможность взаимного обогащения входящих в состав этих продуктов ингредиентов по одному или нескольким эссенциальным факторам и позволяет создавать продукты сбалансированного состава, в том числе специально разработанных целевых разновидностей.

С развитием технологии получения и модификации пектинов, а также с накоплением знаний об их природе и о функциональных свойствах, появилась возможность для производства специальных пектинсодержащих добавок, которые могут использоваться в получении комбинированных молочных продуктов.

Нами исследована возможность получения молочных продуктов, в частности, мороженого в композиции с подобной добавкой - комплексом полисахаридным “Поликомом”. Он представляет собой продукт переработки выжимок яблок, 75% сухих веществ которого составляют гемицеллюлозы, целлюлозы, пектиновые вещества (в том числе 15-20% растворимого пектина). Это позволяет отнести его к ценным источникам природных пищевых волокон, которые обеспечивают связывание и выведение из организма радионуклидов, тяжелых металлов, нитратов, канцерогенных веществ, бактериальных токсинов и т. д. Таким образом, использование “Поликама” в технологии молочных продуктов будет способствовать повышению сопротивляемости организма во вредных условиях среды.

Стабилизатор – важнейший компонент смеси мороженого, оказывающий решающее влияние на формирование структуры и консистенции готового продукта. Учитывая химический состав “Поликама”, естественно предполагать, что он может выполнять роль стабилизатора в технологии мороженого.

К веществам, используемым в качестве стабилизаторов, предъявляется ряд требований. Они должны:

- увеличивать вязкость и взбиваемость смеси;
- обладать устойчивостью к механическому воздействию, а также к нагреву и замораживанию;
- хорошо смешиваться с другими компонентами;
- препятствовать образованию крупных кристаллов льда.

Предполагая использовать “Поликом” в качестве стабилизатора для мороженого необходимо исследовать его стабилизирующие свойства.

Одним из показателей, характеризующих стабилизирующие свойства “Поликама”, является вязкость его растворов. Зависимость вязкости раствора от массовой доли в нем “Поликама” и от способа его приготовления и была изучена нами. Измерения вязкости проводились на капиллярном вискозиметре ВПЖ-2 (диаметр капилляра 1,77 мм). Кинематическую вязкость определяли по формуле (1).

$$V = \frac{g}{9,807} \cdot T \cdot K, \quad (1)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения в месте измерения,  $m/s^2$ ;

$T$  – время истечения жидкости, с;

$K$  – постоянная вискозиметра,  $mm^2/s^2$ , 0,9268.

Рассмотрены два способа приготовления раствора: без нагревания и с нагреванием. В обоих случаях применяли фильтрование (как важную технологическую операцию при производстве мороженого) для удаления нерастворившихся частиц и достижения однородной консистенции раствора.

По первому способу растворение “Поликама” производили без нагревания. Были приготовлены растворы различной концентрации - от 0,5 до 4,5% с интервалом 0,5%. Результаты изменения вязкости в зависимости от массовой доли “Поликама” представлены на рисунке 1.

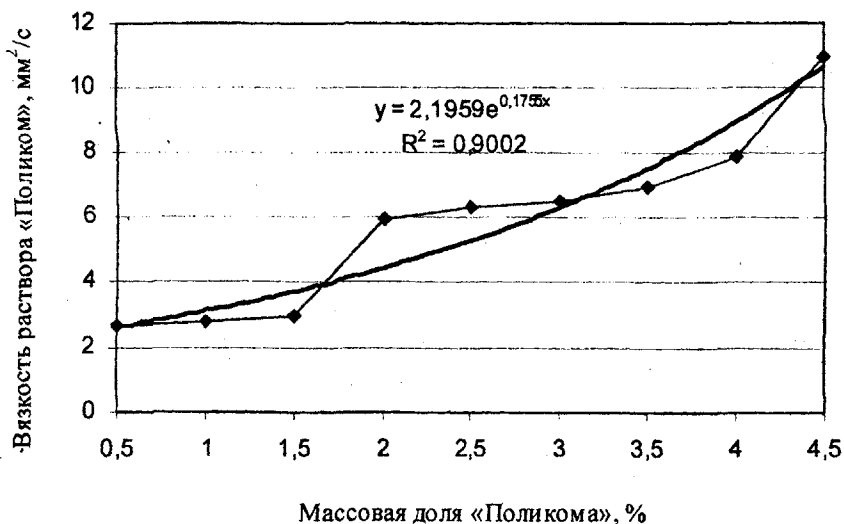


Рис. 1. – Зависимость вязкости раствора “Поликома” от его массовой доли

Анализируя полученный график видно, что с увеличением концентрации “Поликома” наблюдается повышение вязкости. Особенно это заметно при увеличении массовой доли “Поликома” от 2,0% до 4,5%.

Для дальнейших исследований была выбрана концентрация “Поликома” равная 3%, поскольку растворы с большей концентрации становились не текучими и трудными в работе. Растворы же меньшей концентрации отличались более низкой вязкостью, при которой не могут быть выявлены в полной мере стабилизирующие свойства.

По второму способу для улучшения растворимости “Поликома” было предусмотрено нагревание его растворов. Поскольку “Поликом” планируется использовать в производстве мороженого,

температуру и продолжительность нагревания выбирали в соответствии с технологическими режимами его производства. В производстве мороженого нагревание применяется при пастеризации смеси. Согласно традиционным технологиям температура пастеризации колеблется в пределах (75+95)°C и в зависимости от температуры продолжительность этого процесса не превышает 10 минут. Исходя из этого, для нагревания раствора “Поликома” были выбраны две температуры (80±5)°C и (90±5)°C, что соответствует температурному диапазону пастеризации смеси для мороженого. Продолжительность нагревания при выбранных температурах раствора “Поликома” исследовали в диапазоне от 0 до 50 минут с интервалом в 5 минут. Данные представлены графиками на рисунках 2 и 3.

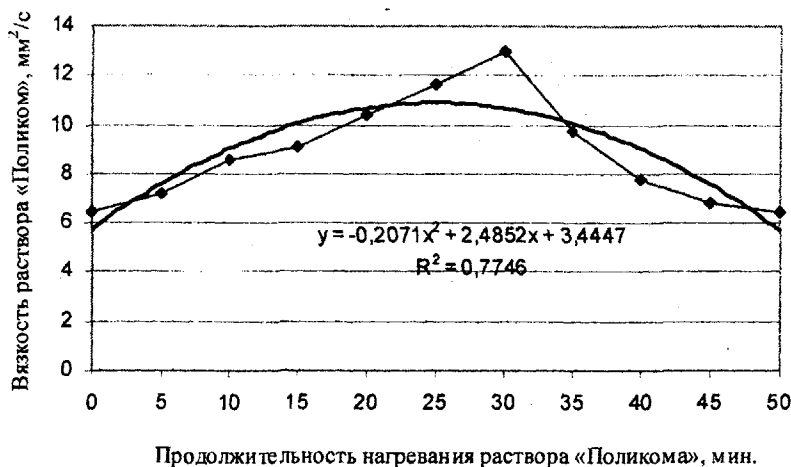


Рис. 2. – Зависимость вязкости раствора “Поликома” от продолжительности нагревания при температуре (80±5)°C

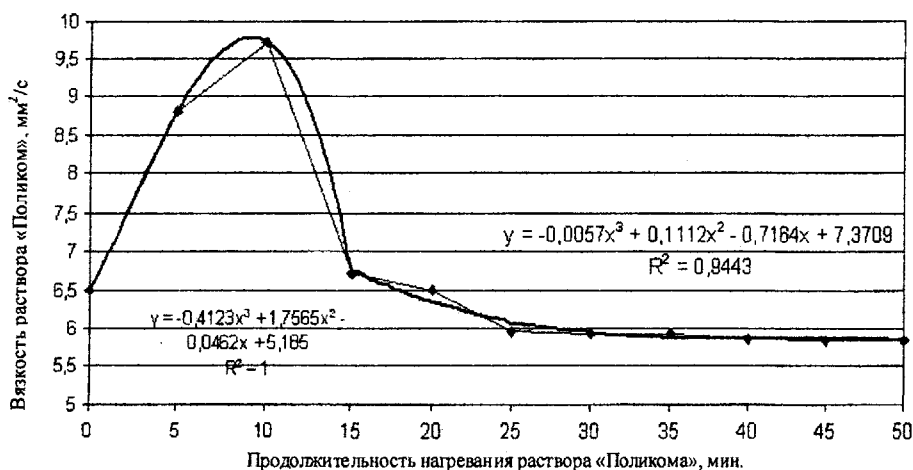


Рис. 3. – Зависимость вязкости раствора “Поликома” от продолжительности нагревания при температуре (90±5)°C

Результаты описаны линиями трендов и уравнениями с высокой степенью аппроксимации.

Из графиков видно, что применение процесса нагревания при приготовлении раствора “Поликома” при обеих температурах способствует значительному повышению вязкости.

Нагревание при температуре (80±5)°C приводит к повышению вязкости почти в 2 раза при продолжительности 30 минут, а при температуре (90±5)°C вязкость повышается в 1,5 раза при продолжительности 10 минут. Далее в обоих случаях наблюдается снижение вязкости.

Из рисунка 2 видно, что нагревание при температуре (80±5)°C более 30 минут резко снижает вязкость, и к окончанию нагревания значение вязкости становится близко к первоначальному.

На рисунке 3 наблюдается резкое снижение вязкости при продолжительности нагревания более 10 минут. При дальнейшем нагревании свыше 25 минут ее снижения практически не наблюдается, и график представляет зависимость, близкую к линейной.

Поскольку время пастеризации смеси в промышленном производстве не превышает 10 минут, то проведенное исследование позволило доказать, что нагревание раствора “Поликома” в этом временном режиме при температуре пасте-

ризации смеси несколько не ухудшает его стабилизирующие свойства.

Исходя из вышеизложенного, при использовании “Поликома” в качестве стабилизатора в технологии мороженого его раствор можно готовить при следующих температурных режимах: при температуре (80±5)°C с выдержкой 25-30 минут, а при температуре (90±5)°C с выдержкой 5-10 минут.

При разработке новой технологии нецелесообразно превышать длительность пастеризации, соответствующую традиционным технологиям. Поэтому наиболее оптимальным считается режим тепловой обработки раствора “Поликома” при температуре (90±5)°C в течение 5-10 минут, поскольку этот режим требует меньше времени и его использование позволит соблюдать технологический режим пастеризации смеси мороженого.

## Экология. Охрана труда

УДК 612.384

### ПОВЫШЕНИЕ ЗАЩИТНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПЕЦОДЕЖДЫ ДЛЯ РАБОТАЮЩИХ С ПЕСТИЦИДАМИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

*Горбачев Н.Б., кандидат технических наук  
Кваскова Т.В.*

*Орловский государственный технический  
университет,*

*Павликова А.В., кандидат технических наук  
Орловский государственный институт  
экономики и торговли*

Прогресс в области использования химических средств защиты растений в значительной мере обострил проблему защиты кожных покровов работающих от токсичного действия агрохимических веществ и пестицидов в сельском хозяйстве [1,2]. Специфика работы с токсичными веществами в этой отрасли такова, что они специально диспергируются и распыляются в зоне обработки растений, легко попадают на кожные покровы, могут накапливаться в одежде, плохо дезактивируются, особенно в условиях рядовых хозяйств, а поэтому могут служить источником вторичного загрязнения. Такая одежда в большинстве своем подлежит уничтожению задолго до окончания обычных сроков носки и механического износа. В связи с этим основными направлениями защиты кожных покровов работающих являются применение специальной одежды разового использования и изолирующих костюмов. Как вынужденный вариант при малых уровнях загрязнения или работе с растениями, подвергавшимися ранее обработкам пестицидами, допускается применение специальной одежды из тканей с масловодоотталкивающими свойствами с уменьшенным вдвое сроком носки и обязательной ежедневной дезотоксикацией. Учитывая высокую экономическую эффективность применения пестицидов, которая при использовании современных технологий составляет несколько десятков тысяч рублей на одного работающего в день, решение о замене одежды должно приниматься исходя из утраты ее защитных свойств и уровня остаточного загрязнения. В этих условиях задача исследования и регламентирования допустимого уровня снижения защитных свойств специальной

одежды для работы с токсичными веществами и степени ее загрязнения продолжает оставаться актуальной.

Эти исследования должны базироваться на новых принципах классификации пестицидов по степени их кожно-резорбтивной токсичности, используемым препаративным формам, летучести и стойкости входящих в них активных химических соединений, численном и физическом моделировании процессов проникновения токсичных веществ через одежду с применением высокоэффективной жидкостной хроматографии для определения микроколичеств токсичных веществ [3-5]. При системном подходе к защите кожных покровов естественно рассматривать специальную одежду как сложный целостный элемент такой защиты. При этом необходимо как можно более тщательно оценивать и учитывать все возможные пути проникновения токсичных веществ на кожные покровы работающих, в том числе через ткани одежды, швы, неплотности, открытые участки тела и т.д. В связи с этим одним из первых этапов предстоящих исследований должна стать разработка методов оценки защитных свойств специальной одежды с учетом ее эксплуатации и установление критериев возможности ее дальнейшего использования.

В свое время такие попытки были предприняты с выделением из всего комплекса защитных показателей специальной одежды изменения поверхностной пористости и упругих свойств тканей. Однако было установлено, что поверхностная пористость важный, но все же косвенный показатель проницаемости диспергированных токсичных веществ через ткани одежды. В случае контактного загрязнения одежды и кожных покровов жидкими пестицидами более важными являются адгезионные и сорбционные свойства тканей, которые резко изменяются после стирок.

Существует некоторая аналогия переноса токсичных веществ через ткани одежды и неповрежденную кожу, которая определяет требования к их барьерным функциям по отношению к токсичным веществам. Академиком АМН Львом Ивановичем Медведем еще в 1969г. разработана классификация пестицидов по их токсичности, в соответствии с которой они разделяются на сильнодействующие, высоко-, средне- и молотоксич-

ные. ядовитые вещества. Использование их в сельском хозяйстве имеет ряд особенностей. Главная из них состоит в необходимости создания высоких концентраций в зоне обработки растений. Эти концентрации, как правило, опасны для работающих. Однако уменьшать их нельзя, т.к. при этом не достигается планируемый производственный эффект. В этом состоит основная опасность применения пестицидных препаратов - высокая вероятность возникновения отравлений или других неблагоприятных последствий, связанных с загрязнением кожных покровов и одежды работающих.

Основоположник отечественной гигиенической научной школы академик Ф.Ф. Эрисман считал, что восприятие ядов, с которыми рабочие приходят в соприкосновение совершается различными путями: они либо вдыхаются, либо проглатываются вместе со слюной или пищей, либо всасываются кожей. По статистическим данным различных стран 80-90% всех профессиональных отравлений в промышленности являются результатом ингаляции вредных веществ, находящихся в воздухе рабочей зоны. В тоже время среди профессиональных отравлений пестицидами в сельском хозяйстве ингаляционный путь имеет место не более, чем в 27% всех случаев. Остальные - результат попадания препаратов на кожные покровы работающих или так называемые смешанные случаи. Это в свое время в значительной степени стимулировало интерес гигиенистов и токсикологов к проблеме всасывания ядов через кожу (2). К настоящему времени полная токсикологическая оценка дана около 700 вредным химическим веществам. Она включает в себя установление санитарных стандартов на предельное содержание веществ в воздухе рабочей зоны и определение их способности вызывать отравление при поступлении в организм через неповрежденную кожу. Оказалось, что примерно у 1/4 всех изученных веществ эта способность достаточно резко выражена. Среди них половину составляют пестициды и другие химические соединения, применяемые в сельском хозяйстве. Академик АМН Ю.И. Кундиев как раз указывал на необходимость различать понятия токсичности и опасности. Токсичность - это мера несовместимости вещества с жизнью, его способность вызывать

отравление. Она выражается величинами, обратными смертельным дозам и концентрациям. Опасность же в большей степени характеризуется вероятностью возникновения острого или хронического отравления, а также отдаленных последствий в реальных производственных условиях.

Н.В. Лазарев подчеркивал, что необходимо не только констатировать факт всасывания вещества через кожу, но и выяснять пути их проникновения. Эти данные позволяют определить, чем обусловлена плохая всасываемость через кожу одних веществ и хорошая других. Для этого важно знать свойства самих веществ, от которых зависит и сам путь и скорость всасывания. Среди пестицидов особое место занимают фосфорорганические соединения. Это вещества с ярко выраженной биологической активностью, малой летучестью, но достаточно быстрым периодом разложения, благодаря которым они в меньшей степени загрязняют окружающую среду и не аккумулируются ею. В то же время фосфорорганические пестициды составляют большую часть всех применяемых в настоящее время инсектицидов для уничтожения вредителей растений, и представляют, несмотря на высокую селективность их действия, главную опасность для человека. Это связано в том числе и с их исключительно высокой способностью проникать в организм работающих через неповрежденную кожу. Сама кожа является одной из разновидностей биологических мембранных структур, включающей в себя и мономолекулярные и толстые слои различных клеток, и межклеточные пространства, заполненные различными по составу биологическими веществами. Вместе с тем закономерности проникания токсичных веществ через ткани и материалы одежды, неповрежденную кожу составляют общие вопросы мембранологии как единой науки. Кожа составляет примерно 16-17,7 % общего веса тела. Физиологические функции кожи и происходящие в ней биохимические процессы имеют важное значение для жизнедеятельности всего организма. Большая их часть связана с секрецией, экскрецией и саморегенерацией, направленными как раз на удаление загрязняющих веществ с ее поверхности, а не способствованию их проникновению внутрь. Тем не менее, процессы всасывания химических веществ кожей достаточно подробно

изучены. При этом термином «всасывание» обозначают физиологический процесс проникновения различных веществ через защитный слой кожных клеток в кровь или лимфу, тогда как под термином «проницаемость», что больше характерно для тканей и материалов одежды, понимают перенос вещества под действием внешней движущей силы.

На процесс всасывания вещества через кожу существенно влияют свойства самого вещества. Наиболее легко всасываются вещества, растворимые в жирах и липоидах, т.к. клеточные мембраны состоят главным образом из липоидов. Электролиты, наоборот, за небольшим исключением, либо вовсе не проникают через кожу млекопитающих, либо всасываются очень слабо. В дальнейшем было выяснено, что оптимальными условиями для всасывания пестицидов через кожу является сочетание их растворимости в жирах и воде. Этот вывод чрезвычайно важен для разработки защитных свойств тканей, так как именно эти же требования предъявляются и к рабочим растворам пестицидов.

Качественно защитные свойства тканей могут характеризовать показатели их водо-, масло- и воздухопроницаемости. Несмотря на то, что эти стандартные показатели у многих тканей достаточно хорошо изучены, они в малой степени подходят для прогнозирования количественных характеристик защитной эффективности. Это связано с тем, что общепринятые методики их опре-

деления трудоемки и неинформативны, не изучены зависимости их изменения от структуры, влажности материалов, и окружающей среды и условий эксплуатации.

Задача, таким образом, состоит в том, чтобы иметь возможность оперативно и надежно определять указанные характеристики проницаемости и располагать способами получения на их основе прогнозной оценки защитных функций различных тканей и пакетов одежды. Затем уже для предварительно выбранных материалов проводить количественное определение защитной эффективности материалов для конкретных токсичных веществ с учетом их индивидуальных физико-химических свойств в рабочих препаративных формах.

1. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. - М.: Ж. «Защита и карантин растений» Отдельное справочное издание, 2003 г., - 440 с.

2. Кундиев, Ю.И. Всасывание пестицидов через кожу и профилактика отравлений [Текст] / Ю.И. Кундиев. - Киев: Здоровье, - 1975. - 199 с.

3. Горбачев, Н.Б. Классификатор СИЗ для работы с пестицидами в сельском хозяйстве [Текст] / Н.Б. Горбачев, Б.М. Тюриков и др. - Орел, ВНИИОТ, 1985. - 33 с.

4. Соков О.А., Korjachkin V.P., Gorbachev NB., Galagan P.V., Kolisnichenko. L.V. Physical and virtual models. New Computer Technology in Education XV International Technology Institute, Troitsk, June 29-30, 2004.

5. Горбачев Н.Б. Информативность воздухопроницаемости как основного показателя гигиенических свойств тканей [Текст] / Н.Б. Горбачев, Т.В. Кваскова // Материалы международной конференции «Информационные технологии в образовании, технике и медицине». Издательство РПК «Политехник» Волгоградского государственного университета, 2004 г., т. 3, С. 192-193.

УДК 504.5

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ БИОИНДИКАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД ГОРОДСКИХ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Воробьев С.А.

Орловский государственный технический университет, г. Орел, Россия

Человек более чем 60 тыс. лет был охотником, около 10 тыс. лет адаптировался к земледелию, и только около 200 лет назад он начал приспособляться к городской среде. При современных темпах роста городов люди вынуждены приспособляться к городским условиям на протяжении жизни одного поколения. Существенные трудности адаптации возникают в районах новостроек с

их монотонной однообразной архитектурой, отсутствием парков, скверов. Такое явление получило название «грусть новых городов». Городские зеленые насаждения выполняют множество функций: формируют архитектурно-художественный облик города, обеспечивают рекреационные потребности населения, защищают от транспортного и других шумов, от выхлопных газов и пыли, регулируют радиационный и ветровой режим [1]. Но помимо всего прочего городские зеленые насаждения являются частью городской экосистемы.

Города вряд ли можно назвать экосистемами в общепринятом понимании. В них отсутствуют основные свойства экосистем: способность к саморегулированию (гомеостазу) и круговороту веществ. Здесь практически отсутствует звено продуцентов и заметно подавлена деятельность редуцен-

тов. Существование города немислимо без постоянного вложения энергии. В ряде случаев человек приносит ее больше, чем даже самые продуктивные экосистемы связывают в процессе фотосинтеза на равновеликой площади. Последняя величина, как известно, близка к 1% от солнечной энергии достигающей Земли. При прекращении вложения энергии развитие города неизбежно пойдет по закономерностям первичной или вторичной сукцессии.

В городах наиболее полно проявляются свойственные техногенным образованиям замены замкнутых круговоротов веществ прямоточными линиями с результатом накопления отходов и загрязнений. Города в этом отношении прочно удерживают пальму первенства.

В городах сконцентрировано большое количество крупных промышленных предприятий, единиц автотранспорта, которые являются источниками эмиссии загрязняющих веществ.

Промышленные выбросы включают выбросы от промышленных предприятий, крупных и мелких отопительных котельных, теплостанций, автотранспорта.

В крупных городах 60-80% загрязнений атмосферного воздуха приходится на автотранспорт. Парк автотранспорта растет столь стремительно, что снижение выбросов достигаемое за счет совершенствования автомобилей и установки на них различного вида очистных устройств, перекрывается увеличением числа автомобилей. Из загрязнителей наиболее значительные отрицательные последствия вызывают окислы азота, угарный газ, свинец и бензо(а)пирен. Последний является одним из наиболее сильных канцерогенов, может длительное время (в течение нескольких месяцев) сохраняться в почвах, не теряя своих ядовитых свойств, и, кроме этого, подавляет процессы нитрификации. Химический состав выхлопов зависит от вида и качества топлива, способа сжигания в двигателе, его технического состояния и режима работы [5].

Пылевые загрязнения также являются в основном продуктом городской среды. Взвешенные пылевые частицы могут иметь как естественное, так и искусственное происхождение, например в результате выбросов автотранспорта (в основном дизельного) и промышленных предприятий [4].

Пыль оказывает влияние на органы дыхания, радиационный и тепловой баланс, является ядрами конденсации для осадков, на ее поверхности концентрируются многие вредные вещества.

В большинстве российских городов промышленные предприятия нередко располагаются в жилых районах, по всей территории города. Поэтому на территории города трудно выделить районы только промышленные или только жилые. Одна и та же территория может быть отнесена и к промышленной, и к жилой, и к автотранспортной, поскольку она может размещаться в жилом районе, вблизи автомобильной магистрали и вблизи крупного источника выбросов.

Городская растительность в значительной мере ощущает вредное воздействие городской среды, и может выступать в качестве биоиндикаторов. Растения доступны непосредственному наблюдению, анализу и очень чувствительны к изменениям экологических условий (состава почв, грунтовых вод, атмосферного воздуха)[1]. С их помощью можно судить об экологической нагрузке на экосистему. Но важно также выявить породы деревьев городских зеленых насаждений с одной стороны связывающие загрязняющие вещества, с другой устойчивые к ним.

Целью данной работы была оценка с помощью методов биоиндикации устойчивости пород городских зеленых насаждений.

Нами использовались метод определения флуктуирующей асимметрии, определение содержания хлорофилла в листе фотометрическим методом.

Для оценки флуктуирующей асимметрии используется величина соответствующей дисперсии (дисперсия относительного различия между сторонами), основанная на оценке величины дисперсии различий между сторонами не от нуля (строгой симметрии), а от некоторого различия между сторонами, имеющего место в рассматриваемой выборке и рассчитывается по формуле:

$$\sigma_d^2 = \frac{\sum (d_{i-r} - M_d)^2}{n-1}, \quad (1.)$$

где:



$M_d = \frac{\sum d_{i-r}}{n}$  - среднее различие между сторонами,

$d_{i-r} = \frac{2(d_i - d_r)}{d_i + d_r}$  - различие значений признаков,

ков,

$d_i$  - значение признака на левой стороне,

$d_r$  - значение признака на правой стороне,

$n$  - численность выборки.

При этом определяется величина среднего различия между сторонами  $M_d$ , что необходимо для обнаружения направленности асимметрии. Получается точная количественная оценка величины флуктуирующей асимметрии даже при наличии направленной асимметрии. Этот показатель является строгим с математической точки зрения [2].

Метод определения концентрации хлорофилла основан на экстракции (извлечении) хлорофилла из листьев органическими веществами (аце-

Таблица. 1. Значения коэффициента флуктуирующей асимметрии.

Место отбора проб	Значения коэффициента флуктуирующей асимметрии		
	Клен ясенелистный (Acer negunda)	Дуб черешчатый (Quercus robur)	Липа сердцевидная (Tilia cordata)
Наугорское шоссе	0,02	0,017	0,012
ул. Брестская	0,06	0,014	0,01
ул. Комсомольская	0,025	0,02	0,017
Медведевский лес	0,006	0,005	0,005

Таблица. 2. Содержание хлорофилла в листе городских зеленых насаждений.

Место отбора проб	Содержание хлорофилла в листе городских зеленых насаждений, мг/г.		
	Клен ясенелистный (Acer negunda)	Дуб черешчатый (Quercus robur)	Липа сердцевидная (Tilia cordata)
Наугорское шоссе	0,034	0,039	0,07
ул. Брестская	0,046	0,054	0,076
ул. Комсомольская	0,034	0,034	0,068
Медведевский лес	0,25	0,26	0,265

Из приведенных данных видно, что значения коэффициента флуктуирующей асимметрии у всех трех пород повышаются с увеличением транспортной нагрузки и зависят от количества выбросов. Наибольшие значения наблюдаются у растений клена по всем трем точкам, затем следуют растения дуба и наименьшие наблюдаются у липы. В контрольных образцах различия не настолько очевидны, что связано с тем что в относительно благоприятных с экологической точки зрения условиях растения не подвергаются стрессу как в городских условиях, где проявляются особенности видовой адаптации.

тон, спирт) и определении его содержания на фотоэлектроролориметре [3].

Нами исследовались следующие виды - клен ясенелистный (Acer negunda), дуб черешчатый (Quercus robur), липа сердцевидная (Tilia cordata). Они являются наиболее распространенными в нашем городе.

Пробы отбирались в трех точках с различной автотранспортной нагрузкой (Наугорское шоссе, ул. Брестская, ул. Комсомольская - 875, 764 и 1100 автомобиля/час, соответственно), из нижней части кроны на одинаковом расстоянии от проезжей части. В качестве контрольной группы использовались растения Медведевского леса.

Были получены следующие результаты, приведенные в таблицах.

Содержание хлорофилла в листе данных пород городских зеленых насаждений позволяет выявить обратную зависимость со значениями коэффициента флуктуирующей асимметрии. Здесь значения понижаются с увеличением транспортной нагрузки, а значит и с увеличением количества загрязняющих веществ. И также заметно, что наименьшие значения у клена, затем у дуба и наибольшие у липы. У растений контрольной группы различия также не велики, но они на порядок отличаются от значений растений городской зоны.

Таким образом, можно отметить, что из представленных трех пород городских зеленых насаждений липа наиболее устойчива к влиянию

неблагоприятных воздействий. И поскольку данная порода активно задерживает поллютанты, оставаясь устойчивой к их воздействию, это делает ее использование при посадке городских зеленых насаждений не только полезным но и экономически эффективным.

1. Ерохина, В.И. Озеленение населенных мест [Текст] / В.И. Ерохина, Г.П. Жеребцова, Т.И. Вольфтруб // Справочник. – М.: Стройиздат, 1987. – 480 с.
2. Стрельцов, А.Б. Методическое руководство по биоиндикационной оценке относительного качества среды методом анализа стабильности развития [Текст] / А.Б. Стрельцов. – КГПУ, 2000 г.
3. Федорова, А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды [Текст] / А.И. Федорова, А.М. Никольская. – М.: Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС, 2001. – 288 с.
4. Козлов, М.Я. Оценка уровня загрязнения воздуха в г. Бангкоке с использованием ГИС [Текст] / М.Я. Козлов // Проблемы региональной экологии. – №6. – 2000.
5. Шагов, И.М. Экология [Текст] / И.М. Шагов. – М.: Мысль. 2000. – 220 с.

УДК 504.5

## ВЛИЯНИЕ ВЫХЛОПОВ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ГОРОДСКИХ ЭКОСИСТЕМАХ

*Воробьев С.А.*

*Орловский государственный технический университет, Орел, Россия*

Развитие хозяйственной деятельности человека принесло большое количество проблем, связанных с загрязнением окружающей среды. Одной из таких проблем стало все возрастающее насыщение окружающих человека ландшафтов тяжелыми металлами, опасность которых состоит в том, что, попадая в организм, они практически не выводятся, или выводятся крайне медленно. Представление об обязательной токсичности тяжелых металлов является не совсем точным, так как в эту же группу попадают Cu, Zn, Mo, Co, Mn, Fe, т.е. те элементы, большое позитивное биологическое значение которых давно обнаружено и доказано. Некоторые из них получили название микроэлементов, что связано с их концентрациями, в которых они нужны живым организмам. Следовательно, микроэлементы и тяжелые металлы – понятия, относящиеся к одним и тем же элементам, но используемые в разных концентрациях.

Однако имеется группа металлов, за которыми закрепилась только одно негативное понятие – “тяжелые” в смысле “токсичные”. Эта группа включает Hg, Cd, Pb. Их считают наиболее вероятными и опасными загрязнителями окружающей

среды, т.к. эти металлы широко используются в хозяйственной деятельности человека. Основным источником эмиссии тяжелых металлов являются промышленные выбросы. Объем таких выбросов в атмосферу в 2000 году от стационарных источников, расположенных на территории Орловской области, составил 16,747 тыс. т. Выбросы от передвижных источников (автомобильный, железнодорожный, воздушный транспорт) значительно выше – 100,724 тыс. тонн. Из этого количества на автомобильный транспорт приходится 99,933 тыс. тонн; железнодорожный 0,740 тыс. тонн; воздушный 0,015 тыс. тонн. Таким образом, основное количество загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу, приходится на выхлопы автотранспорта.

Химический состав выхлопов зависит от вида и качества топлива, способа сжигания в двигателе, его технического состояния и режима работы.

Наиболее неблагоприятными режимами работы являются малые скорости и «холостой ход» двигателя, когда в атмосферу выбрасываются загрязняющие вещества в количествах, значительно превышающих выброс на нагрузочных режимах.

Отработавшие газы двигателя внутреннего сгорания содержат около 200 компонентов. В том числе, Pb и его соединения, которые встречаются в отработавших газах карбюраторных автомобилей только при использовании этилированного бензина, имеющего в своем составе присадку, повышающую октановое число. В качестве присадки, используется антидетонатор – этиловая жидкость Р-9. В состав этиловой жидкости входят собственно антидетонатор – тетраэтилсвинец  $Pb(C_2H_5)_4$ , выноситель – бромистый этил ( $BrC_2H_5$ ) и  $\beta$ -монохлорнафталин ( $C_{10}H_7Cl$ ), накопитель – бензин Б-70, антиокислитель – параоксидифениламин и краситель. Бензин с добавлением этиловой жидкости становится этилированным. При его сгорании выноситель способствует удалению свинца и его оксидов из камеры сгорания, превращая их в паробразное состояние.

Тяжелые металлы, поступающие из этих источников в атмосферу, находятся во взвешенном состоянии. Вместе с пылевыми частицами тяжелые металлы попадают в легкие человека и в кровяное русло. По данным Г. Хефлинга [6], 50% тяжелых металлов попавших в организм человека именно таким путем полностью усваиваются, при накопле-

нии вызывая нарушения работы кроветворных органов и ЦНС, тогда как 95% тех же металлов попадая вместе с пищей, выводятся.

Аккумуляция тяжелых металлов вредна и для растений. Например, Cd замещает важный микроэлемент Zn, нарушая работу таких ферментов как карбоангидраза, дегидрогеназа, фосфатаза, связанных с дыханием, а так же пептидаза, протеиназа, участвующих в белковом обмене. Менее фитотоксичен Pb.

Нужно отметить, что способность определенных пород деревьев активно накапливать тяжелые металлы не учитывается при посадке городских зеленых насаждений. Акцент делается на относительную быстроту роста растения, способность дать густую крону и ряд специфических градостроительных критериев (функциональные, эстетические и т.д.). Но чем больше растения городских зеленых насаждений аккумулируют тяжелых металлов, тем меньше их попадет в организм человека. Тем более, что листва накапливает наиболее опасные для человека формы тяжелых металлов и задерживает пыль.

Цель данной работы – изучить влияние выбросов автотранспорта на содержание тяжелых металлов в листве основных пород деревьев городских зеленых насаждений, на асимметрию листьев и другие внешние признаки их поражения, а так же в почвах, на которых произрастали данные растения.

В качестве объектов исследований выбрана листва различных пород деревьев зеленых насаждений: тополь серебристый, береза повислая, дуб черешчатый, клен ясенелистный, ель европейская, липа сердцевидная. Листва отобрана по методике Стрельцова А.Б. [с деревьев, произрастающих в районе наиболее загруженного транспортом Нау-

горского шоссе г. Орла (опытные образцы) и с деревьев из Медведевского леса (контрольные образцы).

В опытной и контрольной группе были отобраны десять растений. На каждом дереве собрано по 100 листьев на высоте 1,8 м., с обращенной к трассе стороны. Опыт, по определению асимметрии листвы дуба черешчатого проводился в двадцатикратной повторности.

Пробы почвы отобраны через каждые 10 метров, начиная от проезжей части шоссе вглубь парка в те же сроки, что и листва. В качестве контрольной группы исследовалась почва из Медведевского леса. Почва экспериментальной и контрольной группы относилась к одному типу (серая лесная), с pH близкой к нейтральной.

Исследования листвы на содержание тяжелых металлов – Pb и Cd проводились на рентгеновском спектрометре «Спектроскол», по методике МВИ ЭС №114-94, почвы - на полярографе марки ПУ-1 по методикам ГОСТ 26932-86 (Pb) и 26933-86 (Cd).

Проведенные исследования показали, что загруженность Наугорского шоссе в районе наблюдений автотранспортом в час пик составила 1100 автомобилей в час. Из этого числа 50% пришлось на легковые автомобили, 20% на троллейбусы, 17% на автобусы и 13% на грузовики.

По асимметрии листьев были получены следующие результаты: в контрольной группе растений среднее значение листьев с асимметрией составило 7/100, в опытной – в 4,3 раза больше.

Содержание тяжелых металлов в листве исследуемых пород деревьев колеблется в широких пределах: Pb – от 0,12 до 0,95 мг/кг, Cd – от 0,02 до 0,27 мг/кг (таблица 1.).

Таблица 1. Содержание Pb и Cd в листве городских зеленых насаждений (мг/кг).

Породы деревьев	Pb	Cd
Клен ясенелистный <i>Acer negunda</i>	0,95	0,27
Дуб черешчатый <i>Quercus robur</i>	0,64	0,07
Тополь серебристый <i>Populus alba</i>	0,36	0,07
Липа сердцевидная <i>Tilia cordata</i>	0,33	0,06
Береза повислая <i>Betula pendula</i>	0,28	0,02
Ель европейская <i>Picea abies</i>	0,12	0,02

Наибольшая концентрация по данным металлам наблюдалась в листве тех деревьев, чьи листовые пластинки крупнее.

Очевидно, что зависимость концентрации тяжелых металлов от величины листовой пластинки обусловлена оседанием и накоплением на ней пыли и атмосферных осадков, содержащих тяже-

лые металлы. Однако, согласно Ф.Корте (1997) большую часть тяжелых металлов растения аккумулируют из почвы. Более низкая концентрация Cd в листьях, по сравнению со Pb, объясняется тем, что основные источники его эмиссии в городе (орловская ТЭЦ, АО «ОСПАЗ») удалены от места отбора проб и их влияние сказывается слабее.

Данные показывают, что хотя концентрации металлов в листе не превышают ПДК, расхожде-

ние с концентрацией в контрольной группе растений, произрастающих вдали от дорог, достигает 2 и более раз. Это подтверждает еще раз то, что основным источником эмиссии Pb являются выбросы автотранспорта.

Содержание тяжелых металлов в почве также колеблется в широких пределах (таблица 2.).

Таблица 2. Содержание тяжелых металлов в почвах г. Орла (мкг/кг)

Металлы	Расстояние от трассы, м.					Контроль	ПДК
	10	20	30	40	50		
Pb	30	89	87	81	71	39+0,67	130
Cd	1,1	1,5	1,4	1,2	1,6	.	

Наименьшая концентрация обоих тяжелых металлов наблюдалась на расстоянии 10 м от шоссе и составила для Pb – 30 мг/кг, Cd – 1,1 мг/кг. Эти значения выше, чем в контроле, соответственно, на 25 и 57%. Наибольшая концентрация металлов определена на расстоянии 20 м и превышает данные по фоновому участку, соответственно, Pb в 3,7 и Cd – в 2,1 раза. При дальнейшем увеличении расстояния от шоссе концентрация металлов в почве постепенно снижалась. Подобная динамика распределения данных тяжелых металлов объясняется характером источников эмиссии. В данном случае, источниками эмиссии выступают продукты автомобильных выхлопов, которые, находясь в газообразном состоянии, оседают на определенном расстоянии от дороги.

Из данных, приведенных в таблице 2 видно, что концентрации тяжелых металлов в почвах не превышают предельно допустимые. Возможно, это объясняется кризисным состоянием промышленности в г. Орле (промышленные мощности АО «Орловский сталепрокатный завод» задействованы всего на 30%), работой, проводимой в рамках операции «Чистый воздух», предпринимаемой Государственным комитетом по охране окружающей среды совместно с ГИБДД УВД Орловской области, а также постепенным переходом АЗС АО «Орелнефтепродукт» на реализацию неэтилированных сортов бензина.

Автомобильный транспорт, чья доля в общем объеме выбросов от стационарных и передвижных источников составляет 99%, является основным источником эмиссии Pb, что и объясняет его более высокую концентрацию в изучаемых объектах.

Таким образом, по полученным данным можно сделать вывод о том, что на концентрацию тяжелых металлов в листе городских зеленых насаждений, в основном, влияет величина площади листовой пластинки. В связи с этим можно рекомендовать более широкое использование при высаживании городских зеленых насаждений пород, способных активно аккумулировать тяжелые металлы, например, клен ясенелистный, дуб черешчатый, тем более что дуб обладает еще и сильными фитонцидными свойствами.

1. Алексеев, Ю.В. Тяжелые металлы в жизни растений [Текст] / Ю.В. Алексеев. – М.: Мысль, 1989. – 75 с.
2. Кузнецова М.Н. Доклад о состоянии окружающей природной среды Орловской области в 2000 году [Текст] / М.Н. Кузнецова. – Орел, ОрелГАУ. – 162 с.
3. Корте, Ф. Экологическая химия [Текст] / Ф. Корте. – М.: Мир, 1997. – 396 с.
4. Павлова, Е.И. Экология транспорта [Текст]: Учебник для вузов / Е.И. Павлова, Ю.В. Буралев. – М.: Транспорт, 1998. – 232 с.
5. Шилов, И. А. Экология [Текст] / И. А. Шилов. – М.: Высшая школа, 1998. – 512 с.
6. Хефлинг, Г. Тревога 2000 [Текст] / Г. Хефлинг. – Мысль, 1990, 270 с.
7. Эхлер, В. Яды в нашей пище [Текст] / В. Эхлер. – М.: Наука. 1992. – 153 с.

#### УДК 504.5

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ МЕТОДАМИ БИОИНДИКАЦИИ

Гераськина Н.П., аспирант  
Орловский государственный технический университет, Орел, Россия

Воздействие человека на природу – неизбежное условие его существования. Благодаря это-

му осуществляется воспроизводство человеческого общества и непрерывное обеспечение его жизненными благами. Хозяйственная деятельность человека по мере своего развития привела к усилению антропогенного влияния на природную среду в целом, лесные экосистемы и их отдельные компоненты в частности.

Важнейшей задачей в условиях нарастания темпов потребления природного сырья и лесозексплуатации становится сохранение лесных экосистем и повышение их устойчивости. Эта многоплановая задача лесной отрасли предполагает успешное лесовосстановление, охрану лесов от повреждений, защиту от вредителей и болезней, а также принятие мер по снижению загрязнения окружающей среды [2].

В силу прикрепленного образа жизни растения особенно зависимы от состояния двух сред – наземно-воздушной и почвенной, в которых происходит их рост и развитие. Поэтому загрязнения атмосферы и почвы оказывают непосредственное воздействие на жизнедеятельность растительного организма.

В результате деятельности человека (промышленной, автотранспортной и др.) в воздух выбрасывается более 200 различных компонентов. Это сернистый газ ( $\text{SO}_2$ ), оксиды азота ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ), угарный газ ( $\text{CO}$ ), озон ( $\text{O}_3$ ), соединения фтора, углеводороды, пары кислот ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ), фенолы, твердые частицы сажи, зола, пыли, содержащие токсические оксиды свинца, селена, цинка. Сернистый газ образуется в основном при сгорании каменного угля, нефти, природного газа, содержащего сераорганические соединения, а также в цветной металлургии. Оксиды азота – предшественники азотной кислоты – попадают в атмосферу в составе дыма газовых котлов тепловых электростанций, выхлопов двигателей внутреннего сгорания.

В промышленно развитых странах загрязнение воздуха более чем на 50% обусловлено транспортом. В крупных городах эта цифра возрастает до 60-80%. Около 20% газовых выбросов приходится на промышленную деятельность (электроэнергетика, производство нефти, бумаги, химическая промышленность, черная и цветная металлургия), столько же – на отопительные системы, около 10% – на переработку и уничтожение отходов и др.

Кроме прямого вредного воздействия вредных веществ на растения, которое проявляется непосредственно на листовом аппарате, существует косвенное влияние, осуществляющееся через почву. Оно приводит к гибели полезной микрофлоры, негативному изменению почвенного поглощающего комплекса, отравлению корневой системы, нарушению минерального питания.

Таким образом, наземно-воздушная и почвенная среды, состав которых так важен для жизни растений, к настоящему моменту достаточно сильно изменены. Эти изменения приводят к нарушениям роста и развития растений, снижению их устойчивости.

Физические и химические методы оценки состояния окружающей среды, давая количественные и качественные характеристики факторов воздействия, об их биологическом действии позволяют судить лишь косвенно. Наилучшим тестом состояния экосистем во времени и пространстве может служить биоиндикация, ибо она как нельзя лучше выявляет состояние самих живых организмов [1].

В связи с этим, целью настоящих исследований было определение степени негативного воздействия промышленных предприятий на лесные экосистемы методами биоиндикации на территории Орловской области.

В задачи настоящих исследований входило:

1. Определение чувствительности биоиндикационных методов в оценке стабильности развития древесных растений;
2. Оценка состояния лесных экосистем в зонах, прилегающих к промышленным предприятиям;

#### Общая характеристика района исследования.

В Орловской области основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются стационарные: промышленные, топливно-энергетические, транспортно-дорожные, сельскохозяйственные и другие предприятия, а также передвижные источники: автомобильный, железнодорожный и воздушный транспорт.

Объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в 2002 году от стационарных источников составил 14,8 тыс. тонн, в том числе количество

газообразных веществ равнялось 90,8 % от общего валового выброса. От передвижных источников количество веществ в выбросах составило 96,9 тыс. тонн [2].

**Места сбора материала.** Для оценки чувствительности биоиндикации сбор материала проводился в окрестностях промышленных предприятий Орловской области с разным объемом выбросов загрязняющих веществ и на контрольных участках, не подверженных техногенному воздействию.

Точка 1. Участок леса, расположенного в 500 м к северо-западу от территории группы предприятий металлургического комплекса, ранее составлявших Миенский завод алюминиевого литья (МЗАЛ).

Точка 2. Участок леса, расположенного в 500 м к юго-востоку от территории Орловского сталепрокатного завода (ОСПАЗ).

Точка 3. Участок леса, расположенного в 400 м к северо-западу от территории Отрадинского сахарного завода.

Точка 4. Участок леса в окрестностях деревни Клейменово (контроль показателей состояния березы).

Точка 5. Участок леса Национального парка «Орловское полесье» (контроль показателей состояния сосны).

**Методика исследований.** Для оценки степени устойчивости лесов по отношению к промышленным загрязнениям использовался метод определения величины флуктуирующей асимметрии листьев видов – эдификаторов лесных сообществ. Были обследованы следующие виды древесных растений: береза бородавчатая (*Betula pendula*), сосна обыкновенная (*Pinus silvestris*).

Сбор материала проводился после остановки роста листьев и хвои (август – октябрь). Выбирали растения с четко выраженными видовыми признаками, достигшие генеративного возрастного состояния. Листья и хвоя были взяты с деревьев, находящихся в одинаковых экологических условиях (уровень освещенности, увлажнения, степень удаленности от источника загрязнения). Отбирали листья и побеги с хвоей среднего для данного вида размера из нижней части кроны с разных сторон дерева (у березы бородавчатой брали листья только с укороченных побегов).

Для сравнения эффективности методов определения степени благополучия древесных насаждений наряду с учетом биоиндикационных показателей было произведено описание напочвенного покрова, учет подроста и подлеска, составлена таксационная характеристика древостоев обследуемых лесных фитоценозов.

#### Результаты исследований.

Древесный ярус исследуемых лесов (точки 1, 2, 3, 4) образован березой бородавчатой в возрасте 30 - 35 лет и сосной обыкновенной (точки 1, 3, 5). Деревья имеют хорошо развитые кроны. Внешние признаки повреждения или поражения леса на этих участках не выражены.

Второй ярус составляет подрост березы (точки 1, 2, 3, 4); рябина обыкновенная, вяз граболистный, смородина черная (точка 3), можжевельник обыкновенная (точка 5).

#### Напочвенный покров

- в точке 1: хвощ лесной, гравилат городской, ветреница лесная, подорожник средний, земляника зеленая, тысячелистник обыкновенный, репешок обыкновенный, цикорий обыкновенный.

- в точке 2: вейник наземный, мятлик обыкновенный, подмаренник мягкий, подорожник средний, земляника зеленая, молочай лозный, донник лекарственный, тысячелистник обыкновенный, репешок обыкновенный, герань лесная.

- в точке 3: вейник наземный, мятлик обыкновенный, подмаренник мягкий, подорожник средний, земляника зеленая, молочай лозный, марьяник дубравный, донник лекарственный, лютик едкий, тысячелистник обыкновенный, репешок обыкновенный, герань лесная.

- в точке 4: хвощ лесной, гравилат городской, ветреница лесная, вейник наземный, мятлик обыкновенный, подмаренник мягкий, подорожник средний, земляника зеленая, молочай лозный, марьяник дубравный, донник лекарственный, лютик едкий, тысячелистник обыкновенный.

- в точке 5: хвощ лесной, сныть обыкновенная, шитовник мужской, фиалка собачья, кипрей горный.

Для оценки стабильности развития березы повислой были использованы следующие признаки: 1 – ширина листа; 2 – длина 2-й жилки; 3 – расстояние между основаниями 1-й и 2-й жилок; 4 – расстояние между концами 1-й и 2-й жилок; 5 – угол

между центральной и 2-й жилками. Полученные данные были использованы для расчета показателя флуктуирующей асимметрии (таблица 1).

Таблица 1. Величина интегрального показателя стабильности развития (среднее относительное различие между сторонами на признак) в выборках березы повислой (*Betula pendula*) из разных точек.

Точка	п (количество проб)	Средняя величина асимметрии	Балл оценки отклонений от нормы
1	100	0,069	5
2	100	0,059	5
3	100	0,041	2
4	100	0,035	1

Из данных, приведенных в таблице 1 видно, что показатели стабильности развития березы повислой непосредственно зависят от условий произрастания деревьев. Наибольшая величина асимметрии (0,069) отмечена у растений, находящихся вблизи комплекса металлургических предприятий г. Мценска (точка 1), выбрасывающих в атмосферу оксиды азота, серы, углерода, тяжелые металлы и взвешенные вещества.

Уровень нарушений стабильности развития растений ниже (0,059) в окрестностях металлургического предприятия ОСПАЗ (точка 2), осуществляющего меньший выброс загрязняющих веществ в результате спада производства. Однако оба этих показателя (0,069 – в точке 1, 0,059 – в точке 2) значительно превышают контроль (точка 4) и свидетельствуют об угнетенном состоянии растений (5 балл шкалы оценки отклонений состояния организма от условной нормы).

Нарушения в стабильности развития начального уровня (0,041 - 2 балл) наблюдаются у растений в районе расположения предприятий пищевой промышленности (точка 3), где деревья испытывают слабое влияние неблагоприятных факторов.

Величина асимметрии соответствует условной норме (0,035 – 1 балл) на контрольной территории в окрестностях деревни Клейменово (точка 4), расположенной вдали от источников загрязнения.

Для оценки стабильности развития сосны обыкновенной учитывались следующие показатели: длина хвоинки, ширина хвоинки, длительность жизни хвои, количество хвоинок на 10 см побега, длина и толщина осевых побегов, ветвление, размеры и количество заложенных почек. Полученные данные приведены в таблице 2.

Таблица 2. Величина интегральных показателей стабильности развития сосны обыкновенной (*Pinus silvestris*) из разных точек.

Точка	п (количество проб)	Средняя площадь поверхности хвоинки	Средняя плотность хвои на побеге	Балл оценки отклонений от нормы
1	100	58,65	8,1	3
3	100	69,69	8,1	2
5	100	112,65	8,6	1

Из данных, представленных в таблице 2, видно, что показатели уровня развития сосны обыкновенной также зависят от условий произрастания деревьев. Загрязнение атмосферного воздуха выбросами промышленных предприятий отражаются на степени развития фотосинтезирующего аппарата хвойных растений.

Наименьшая площадь поверхности хвоинки (58,65 кв. мм) наблюдается у сосен, растущих вблизи металлургических предприятий г. Мценска (точка 1), что свидетельствует о негативном влиянии выбрасываемых предприятием загрязняющих веществ на развитие хвои (3 балл шкалы оценки отклонений состояния организма от условной нормы).

Нарушения в развитии хвои начального уровня (площадь хвоинки – 69,69 кв. мм - 2 балл) наблюдаются у растений, растущих в зоне действия предприятий пищевой промышленности (точка 3), где деревья испытывают слабое влияние неблагоприятных факторов.

Наибольшего развития (площадь хвоинки – 112,65 кв. мм - 1 балл) хвоя достигает у деревьев, произрастающих в свободных от промышленного и транспортного загрязнения районах Национального парка.

Кроме того условия окружающей среды, в которых развивается сосна, влияют и на плотность расположения хвои на побеге. У деревьев, растущих вблизи промышленных предприятий, осуществляющих выбросы веществ, загрязняющих атмосферу, (точки 1,3), на нижних ветвях количество хвоинок, расположенных на единице площади, меньше, чем у деревьев, произрастающих в чистых условиях (точка 5). Для других показателей устойчивой корреляции не выявлено.

**Выводы:**

1. Состояние лесных экосистем непосредственно связано с чистотой окружающей среды. На устойчивость древесной растительности оказывает сильное влияние близость промышленных предприятий, загрязняющих атмосферный воздух. При этом внешние проявления дистрессии могут длительное время отсутствовать.

2. Использование методов биоиндикации позволяет определить степень устойчивости лесных биоценозов в определенном месте, основываясь на показателях стабильности развития древесного яруса растений. Эти показатели характеризуют внутреннее благополучие растительных организмов и являются тонким информационным инструментом.

3. Для оценки устойчивости развития листовых деревьев показательным является метод определения флуктуирующей асимметрии, при использовании которого определяется степень асимметричности листьев деревьев. Этот показатель отражает реакцию организма на комплекс воздействий окружающей среды и может служить для оценки устойчивости развития лесного сообщества. Для определения стабильности развития хвойных деревьев наиболее информативными являются показатели величины хвоинок и плотность их расположения на побегах.

1. Захаров, В. М. Мониторинг здоровья среды на охраняемых природных территориях [Текст] / В. М. Захаров, А. Т. Чубиншвили. - М. Центр экологической политики России, 2001. - 148 с.
2. Состояние и охрана окружающей среды Орловской области в 2002 году [Текст]: Доклад // Под общей ред. А. Н. Новикова. - Орел, 2003. - 272 с.
3. Чиркова, Т. В. Физиологические основы устойчивости растений [Текст] / Т. В. Чиркова. - СПб.: Санкт-Петербургский университет, 2002. - С. 195-196.

УДК 502.175:630

**БИОИНДИКАЦИОННАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

*Гераськина Н.П., аспирант  
Орловский государственный технический  
университет, Орел, Россия*

Современные леса покрывают около 30% суши и занимают от 4800 до 5290 млн. га. [1]. Четверть этой площади составляют крупные массивы лесов Северного полушария – тайга, листопадные широколиственные и хвойно-широколиственные леса (последние сохранились преимущественно в

горах). Эти лесные территории испытывают различные нагрузки, прежде всего, со стороны человеческого общества. При этом колоссальное значение леса для нашей планеты ничуть не уменьшилось.

Леса играют огромную роль в круговороте веществ и энергии в биосфере, являются важным аккумулятором живого вещества, удерживают в биосфере ряд химических элементов и воду, активно взаимодействуют с тропосферой и определяют уровень кислородного и углеродного баланса. Биомасса, накапливаемая в лесах, составляет около 90% всей наземной биомассы (около 14 – 15% ее образуют хвойные леса, 55 – 60% - тропические). Средняя продукция лесов колеблется от 12,9 до 16,6 т/га, ежегодный прирост биомассы – от 75 до 85–109 т сухого вещества. [2]. Леса выполняют также водоохранную, почвозащитную, рекреационную и другие функции.

Таким образом, лес имеет глобальное значение и как источник возобновляемых ресурсов, и как главный компонент биосферы, выполняющий природоохранную функцию. С ростом населения и интенсификацией хозяйственной деятельности значение леса постоянно возрастает, а лесные территории неуклонно сокращаются. В связи с этим возникает уже осознанная экологами и лесоводами необходимость сохранения существующих лесных сообществ и создание новых лесных территорий.

Для оптимизации этих направлений деятельности большее значение имеет разработка новых и совершенствование имеющихся способов оценки устойчивости природных сообществ. По нашему мнению, особая роль в этом принадлежит биоиндикации. Мониторинг существующих лесных сообществ должен осуществляться с помощью достоверных, доступных и универсальных биоиндикационных методов. Создание оптимальной методики оценки устойчивости лесных сообществ и апробация ее на территории Орловской области является целью проводимой нами научной работы.

Общая площадь, занятая лесами в Орловской области, составляет лишь 8,2%, причем и эти леса представлены небольшими участками или обособленными урочищами, распределенными весьма неравномерно. Наиболее богаты древесной растительностью западные районы, на территорию которых заходят брянские и калужские леса. В Знаменском районе леса занимают 22,4% всей площади



района, в Дмитровском – 22,2%, в Хотынецком – 14,3%, во Мценском – 12,8% и в Шаблыкинском – 10,1%. [3]. Здесь же, по левобережью реки Оки, располагаются наиболее крупные лесные массивы, их площадь насчитывает несколько тысяч гектаров. Господствующее положение среди древесной растительности занимают лиственные леса, представленные широколиственными дубовыми и мелколиственными – березовыми и осиновыми. В северо-западных районах области преобладают мелколиственные леса. В юго-восточных районах они уступают место широколиственным. Общая площадь, занятая под широколиственными лесами, исчисляется в 40300 гектаров, а под мелколиственными – в 38300 гектаров. Хвойные леса занимают в нашей области площадь в шесть раз меньшую чем лиственные – 12400 гектаров, встречаются во всех районах, в основном сосредоточены в Знаменском районе по реке Вытебеть и в Дмитровском районе. В древности Орловская губерния имела лесистость до 70%, на сегодняшний день большая часть территории распахана, частично уже заброшена и эродирована. Восстановление лесов становится приоритетной задачей сегодняшнего дня. В связи с этим встает вопрос об определении уровня стабильности развития сохранившихся естественных лесных экосистем и формировании новых устойчивых лесных насаждений.

Биоиндикационный мониторинг существующих и вновь создаваемых лесных сообществ призван определить уровень устойчивости лесов и оптимальные пути их воссоздания.

В настоящее время для определения состояния лесных экосистем службой лесозащиты осуществляется лесопатологический мониторинг, представляющий собой систему наблюдений за изменением параметров санитарного состояния лесов под воздействием патогенных факторов в целях раннего выявления возникающих изменений, их оценки и прогноза развития [4]. При этом показателями санитарного состояния лесов являются признаки повреждения или поражения леса: наличие в большем, чем обычно, количестве деревьев с признаками ослабления, усыхания, суховершинности; появление заметных повреждений листвы и хвои или изменение их цвета; преждевременный опад или увядание хвои, листвы, повышенная численность

вредителей; массовое поражение древесных пород болезнями, ветровал, бурелом или снеголом.

Таким образом, в практике лесного хозяйства в настоящее время применяются методы оценки состояния лесов, диагностирующие неблагополучие в лесной экосистеме на стадии видимых изменений. Это исключает возможность своевременного вмешательства на ранних стадиях развития патологического процесса и снижает результативность мероприятий по восстановлению устойчивости лесных экосистем, т.к., согласно современным представлениям существует следующая последовательность реакций растений на повреждения атмосферными загрязнителями: биохимический уровень (фотосинтез, дыхание), ультраструктурный (дезорганизация клеточных мембран), клеточный (деструкция ядра, клеточных стенок, мезофилла), после чего развиваются видимые повреждения (хлороз и некроз листьев)[5]. В экосистеме же хорошо видимые признаки нарушения появляются лишь после периода медленного накопления изменений, когда происходит нарушение деятельности ее буферных механизмов, то есть когда система начинает деградировать.

Осуществить раннюю диагностику нарушения экосистемы позволяют методы биоиндикации. При этом состояние сообщества оценивается по уровню стабильности развития отдельных видов. При оценке степени устойчивости лесных экосистем рангу вида-индикатора наиболее полно соответствует вид-эдификатор фитоценоза.

Стабильность развития, понимаемая как способность организма к развитию без нарушений и отклонений от нормы, является достоверным показателем состояния природных популяций. Один из способов оценки стабильности развития билатерально симметричных организмов - анализ величины флуктуирующей асимметрии, характеризующей мелкие ненаправленные нарушения в развитии билатеральных морфологических признаков. Этот способ позволяет получить интегральную оценку состояния организма при всем комплексе возможных воздействий. При этом выбор объекта зависит от конкретной задачи. Это может быть конкретный вид, представляющий специальный интерес на исследуемой территории, или обычный фоновый вид, наиболее подходящий для общей оценки ситуации.

Для определения относительной чувствительности методов биоиндикации нами был проведен анализ стабильности развития древесного яруса в лесных экосистемах, имеющих сходные биотические характеристики и находящихся в различных экологических условиях. Оценка стабильности развития березы повислой (вид-эдификатор сообщества) проводилась по методике, разработанной лабораторией биоиндикации КГПУ им. К.Э.Циолковского [6].

Объекты обследования:

Лесной фитоценоз к юго-востоку от ОСПаз. Древесный ярус образован березой повислой в возрасте 35 лет. Деревья имеют хорошо развитые кроны. Согласно параметрам, используемым в лесопатологическом мониторинге, признаки повреждения или поражения леса на данном участке не выражены.

Лесной фитоценоз к северу от МЗАЛ. Древесный ярус образован березой повислой в возрасте 25-32 лет. Кроны хорошо развиты. Признаки повреждения или поражения леса не выражены.

Лесной фитоценоз в окрестностях д. Клейменово (непромышленный р-н). Древесный ярус образован березой повислой в возрасте 30-35 лет. Кроны деревьев хорошо развиты. Признаки повреждения или поражения леса на данном участке также не выражены.

ОСПаз и МЗАЛ относятся к предприятиям металлургической промышленности, которыми в атмосферный воздух ежегодно выбрасывается до 1,369 тыс. тонн загрязняющих веществ. Характерными веществами, выбрасываемыми предприятиями данной отрасли, являются оксиды азота, серы, углерода, тяжелых металлов и взвешенные вещества.

При оценке стабильности развития березы повислой методом флуктуирующей асимметрии были получены следующие результаты:

В лесной экосистеме в р-не ОСПаз 60% обследованных деревьев имеют балл выше второго по разработанной пятибалльной шкале отклонения от нормы (Захаров В.М., Крысанов Е.Ю., 1996), в которой 1 балл – условная норма, а 5 баллов – критическое состояние.

В лесной экосистеме в р-не МЗАЛ 50% обследованных деревьев имеют балл выше второго.

В лесной экосистеме в р-не д. Клейменово 100% обследованных деревьев не превысили первого балла отклонения от нормы (значение показателя асимметричности – менее 0,055).

По результатам проведенных исследований мы делаем следующие выводы:

Метод флуктуирующей асимметрии является достаточно чувствительным для определения уровня устойчивости лесных экосистем при антропогенной нагрузке различной степени.

Данные лесопатологического мониторинга по всем исследуемым экосистемам не смогли выявить объективной картины состояния леса, т.к. видимые признаки повреждения или поражения леса не были выражены ни в одном из случаев. Метод флуктуирующей асимметрии позволил определить уровень благополучия данных лесных сообществ. Следовательно, методы биоиндикации позволяют осуществить наиболее раннюю диагностику нарушений устойчивого состояния лесных экосистем.

1. Биология. Большой энциклопедический словарь [Текст] // Гл. ред. М. С. Гиляров. – 3-е изд. М.: Большая Российская энциклопедия, 1999. – С 316.

2. Там же.

3. Природа Орловской области [Текст] // Под ред. В. И. Антонова. – Орел: Орловское книжное изд-во, 1961. – С. 136.

4. Положение о защите лесов от вредителей и болезней [Текст]. – М., 1991. – С. 3.

5. Петров, Е. Г. Эколого-биологические аспекты адаптации и повышения устойчивости лесных экосистем в условиях антропогенного воздействия [Текст] / Е. Г. Петров // в сб. Проблемы устойчивости биологических систем. – М.: Наука, 1992. – С 78-85.

6. Шестакова, Г.А. Методика сбора и обработки материала для оценки стабильности развития березы повислой (*Betula pendula* Roth.) [Текст] / Г.А. Шестакова, А.Б. Стрельцов, Е.Л. Константинов. – Калуга, 1997.

УДК 631.33.634.11

#### АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ БИОГУМУСА И ЦЕОЛИТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ И БОБОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Громова В.С., доктор биологических наук  
Буланова Л.Г.

Орловский государственный  
технический университет, Орел, Россия

В настоящее время большое внимание уделяется экологической чистоте продуктов, которые

входят в рацион диетического и детского питания. Плодово-ягодные и бобовые культуры занимают значительное место в этом рационе. Особенно высокие требования предъявляются к содержанию в этой продукции токсичных элементов, в том числе радионуклидов.

Соя – ценнейшая универсальная культура. Она относится к семейству Б о б о в ы х (Fabaceae). Ее семена содержат 17-26% жира, 36-48% хорошо сбалансированного по аминокислотному составу белка и более 20% углеводов. Масло сои отличается высоким содержанием физиологически активных незаменимых жирных кислот. По качеству белка соя значительно превосходит многие другие растения, в том числе масличные и зерновые. Соевый белок хорошо усваивается организмом и по биологической ценности приближается к белкам животного происхождения.

Углеводы в семенах сои, представленные в основном сахарозой, почти полностью растворяются в воде. Она содержит большое количество витаминов А, Д, Е, С, В<sub>2</sub>. Много в семенах сои неорганических веществ: калия, кальция, фосфора, железа, фитина, протеина, лизина, метионина, цистина, триптофана, лейцина и многих других.

Разнообразный химический состав семян сои позволяет использовать их для пищевых, кормовых и технических целей.

Все эти положительные качества сои говорят о целесообразности ее выращивания и в нашей области.

В то же время, по данным Кузнецова А.В. и др [1982 г] радиоактивные элементы цезий-137 и стронций-90 наиболее интенсивно накапливаются в зерне бобовых культур.

В почву радионуклиды поступают с грунтовыми водами, с выбросами радиоактивных отходов, атмосферными выпадениями, при разложении растительных и животных организмов.

По данным Громовой В.С., Ткаченко [2002-2003 гг] резко снижает поступление радионуклидов

в растения внесение в почву б и о г у м у с а. Так, в семенах фасоли уровень цезия-137 снижается на 34,6-56,7%. Протекторные свойства биогумуса зависят от гидротермических условий выращивания культур, от доз удобрений и др. факторов.

В последнее время в системе мероприятий, способствующих улучшению плодородия почв, ее оздоровлению немаловажную роль отводят применению природных минеральных компонентов. Особое место среди них занимают ц е о л и т ы. В земледелии они используются как структурообразователи для лучшей аэрации почв, влагоудерживатели, нейтрализаторы кислотности почв, адсорбенты ксенобиотиков и т.д. Свойства цеолитов поглощать из почвы радионуклиды, тяжелые металлы и другие загрязняющие вещества можно использовать для снижения их поступления в растения и получения экологически малоопасной продукции.

Показано что, протекторные свойства цеолитов зависят от различных факторов: вида растений, влажности почвы, ее агрохимических показателей [3].

Из данных, представленных в таблице видно, что содержание цезия-137 в ягодах смородины после внесения соответствующих доз цеолита уменьшилось. В то же время при самой высокой дозе цеолита отмечается увеличение активности цезия в ягодах, хотя и остается ниже, чем в контроле.

Несоответствие этих данных уровню подвижного цезия можно объяснить невозможностью по общепринятой методике извлекать подвижные формы цезия-137 из почвы, содержащий высокие дозы глинистого минерала. Согласно данным [2], поглощенные почвой прочно связанные остатки загрязнений необходимо извлекать не из воздушно-сухой почвы, а из прокомпостированной при оптимальных для почвенных организмов гидротермических условиях [2]. Определение уровня подвижных форм радионуклида в почве после ее компостирования при влажности 60-80% и температуре 25...28°C показало следующее:

Таблица 1 – Уровень подвижных форм и коэффициент подвижности цезия-137 [2]

Варианты	$A_m$ цезия-137 в ягодах, $n \cdot 10^{-10} \text{ Ки} / \text{кг}$	Уровень подвижного цезия-137 в почве, $n \cdot 10^{-10} \text{ Ки} / \text{кг}$		$K_n$	
		воздушно- сухой	после ком- постирова- ния	воздушно- сухой	после ком- постирова- ния

Продолжение таблицы 1

Контроль (без внесения цеолита)	2,8	11,3	3,9	0,11	0,04
Почва+цеолит в дозе 120 г/м <sup>2</sup>	0,7	8,8	4,9	0,09	0,05
Почва+цеолит в дозе 240 г/м <sup>2</sup>	0,7	7,6	2,5	0,08	0,02
Почва+цеолит в дозе 360 г/м <sup>2</sup>	1,2	5,4	8,8	0,05	0,09
НСР <sub>05</sub>	0,4	1,5	1,3	0,02	0,01

После компостирования почвы содержание цезия уменьшилось, что можно объяснить обменной фиксацией его микроорганизмами при благоприятных для них условиях.

По данным приведенных в таблице, обнаруженную зависимость, очевидно, можно интерпретировать следующим образом. Цеолит, как глинистый минерал, способен поглощать воду. При определенной дозе (в нашем случае 360 мг/м<sup>2</sup>), количество поглощенной воды достаточно для увеличения подвижности цезия в почве и накопления его в ягодах.

Таким образом, способность удерживать почвенную влагу и переводить цезий в подвижное состояние значимо только при определенной дозе цеолита. Уровню цезия в ягодах смородины соответствует уровень радионуклида и коэффициент его подвижности не в воздушно-сухой, а предварительно компостированной почве.

Полученные данные свидетельствуют о том, что протекторное действие цеолита зависит от дозы внесения его в почву и гидротермических условий.

Есть данные, что цезий-137 поглощается в основном гумусовыми веществами почвы [4]. Однако, в работе делается вывод о решающей роли минеральной части почвы в поглощении цезия-137 растениями. Поэтому важно изучение совместного применения биогазума и цеолита на доступность цезия-137 растениями [5].

Полученные нами предварительные результаты показали, что в условиях техногенного загрязнения совместное применение биогазума и цеолита способствует снижению накопления цезия -137 в растениях сои. Эффективность протекторного влияния смесей зависит от дозы внесения и от отношения субстратов смеси.

1. Громова, В.С. Влияние природных и антропогенных факторов на кумуляцию цезия-137 в плодово-ягодной продукции [Текст] / В.С. Громова // Хранение и переработка сельхозсырья. – №10. – 2002.

2. Лысенко, Н.Н. Сопряженное действие пестицидов и радиации [Текст] / Н.Н. Лысенко // Междунар. конфер. по биологическим проблемам устойчивого развития природных экосистем: Тез.док. - Воронеж, 1996.

3. Цеолиты: эффективность и применение в сельском хозяйстве [Текст] // Под ред. Г.А. Романова. – ФГНУ: Росинформагротех, 2000. – Ч.1. – 296 с.

4. Бондарь, Ю.И. Доступность цезия-137 и стронция-90 растениями из различных компонентов почвы [Текст] / Ю.И. Бондарь, Г.С. Шманай, Л.С. Ивашкевич, Л.В. Герасимова, В.В. Сутямова, А.Г. Важинский // Почвоведение. - №4. – 2000. – с 439-445.

5. Поникарова Т.М. Роль органического вещества и минеральной части торфа сорбции радиоцезия [Текст] / Т.М. Поникарова, В.Н. Уфимов, В.Ф. Дричко, М.Б. Рятцева // Почвоведение. – №9. – 2000. – С. 1096-1100.

УДК 502.175: 502.521

### БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАНИМАЦИИ ПОЧВ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ИХ КСЕНОБИОТИКАМИ

*Громова В.С., доктор биологических наук, Дмитровская Т.А., кандидат химических наук, Ткаченко О.А., кандидат сельскохозяйственных наук.*

*Шенцова О.В. Орловский государственный технический университет, Орел, Россия*

*Показано, что применение биогазума и цеолита предотвращает накопление в растительной продукции тяжелых металлов и цезия-137. Протекторная способность данных субстратов зависит от погодных условий и дозы их внесения.*

Промышленное производство и химизация сельскохозяйственного производства способствует глобальному загрязнению всех природных сред, в том числе почвы. От сжигания топлива на каждый гектар планеты выпадает в среднем 350 кг загрязняющих веществ, содержащих большое количество окислов тяжелых металлов (ТМ), на каждый гектар пашни вносится около 200 кг минеральных удобрений [1], пестицидов. Почва, перенасыщенная химическими загрязнителями, становится непригодной средой для почвенных организмов, а получаемая пищевая и кормовая продукция – опасной для живых существ, особенно, человека.

Большой вред приносит загрязнение почвы нефтепродуктами (НФ), которые не только нарушают газовый обмен между почвой и атмосферой, но и являются высокотоксичными трудно разлагаемыми соединениями. Почвы, загрязненные НФ надолго становятся «мертвыми».

К трудно разлагаемым ксенобиотикам относятся и некоторые пестициды, например, из класса хлорорганических (ХОП). До сих пор в почве обнаруживаются изомеры ДДТ, хотя массовое применение его прекращено в 1970 году. Нами разработан оригинальный способ увеличения скорости разложения ХОП, который заключается во внесении в почву азот содержащих гербицидов (ронита, бетанала) в производственных дозах. Участок регулярно поливается водой для поддержания уровня влажности не ниже 60% от полной полевой влагоемкости. Проводимые мероприятия стимулируют деятельность микроорганизмов, способных разлагать ХОП. В результате, через 3-4 недели количество ХОП в почве достигает нормативных уровней [2].

К токсичным и персистентным загрязнителям биосферы относятся полихлорированные бифенилы (ПХБ), входящие в состав отходов многих химических производств.

Список приоритетных загрязнителей почвы пополнился искусственными радионуклидами (РН). В настоящее время наиболее распространенными радионуклидами являются цезий-137 и стронций-90, которые, мигрируя по экологическим цепочкам, аккумулируются в тканях и органах живых организмов, нарушают в них естественные процессы.

Необходимость восстановления почвенного покрова очевидна, т.к. почва является одним из главных компонентов биосферы. Ее «здоровье» - залог экологического равновесия на планете, одно из основных условий гармоничного существования человека. Почва - сложный природный объект со своим многообразным миром, развивающимся по специфическим законам. Восстановить ее можно только учитывая ее биологическую природу. Поэтому, основными способами ее реанимирования могут быть только биотехнологические.

Биотехнология относится к отрасли человеческой деятельности, пограничной между биологией и техникой. Основным ее отличием является использование живых организмов или продуктов их жизнедеятельности с целью получения для человека необходимых продуктов, явлений, эффектов. Биотехнологические методы очистки почвы, как правило, основаны на биохимической активности микробов и их отдельных элементов или использовании биологической активности продуктов выде-

ления высших растений. Так, для очистки почв от НФП используют специально выделенные из загрязненной нефтью почвы штаммы микроорганизмов [3], или поэтапное заселение почвы специфическими группами микроорганизмами и внесением вермикомпоста с дождевыми червями [4]. Для очистки почвы от ПХБ рекомендуют использовать также определенные штаммы микроорганизмов и адаптированные дождевые черви [5]. К приоритетным загрязнителям почв Орловской области относятся тяжелые металлы и радионуклиды.

В связи с этим, цель наших исследований состояла в разработке и применении биотехнологических способов для очистки почвы от основных техногенных загрязнителей, приемлемых для широкого применения в практике.

Физико-химические основы поведения ТМ и РН в почве подобны. Поступая в почву, они сорбируются почвенным поглощающим комплексом (ППК) в различной степени прочности. Наиболее подвижными, а значит, и доступными для растений являются водно-, соле- и кислоторастворимые формы. Имеющиеся методы защиты растений от избыточного накопления этих поллютантов предполагают снижение их подвижности. Так, методами генной инженерии выведены расы микроорганизмов, способных при внесении в почву продуцировать полимеры, переводящие ТМ в неподвижное состояние. Более простой способ заключается во внесении в почву субстратов, обладающих сорбирующими свойствами. В наших исследованиях мы применяли минеральные субстраты - цеолиты местного происхождения, и органические - вермикомпост из лузги семян и навоза КРС.

Анализ полученных данных показал, что протекторные свойства вермикомпоста зависят от многих факторов - типа почвы, гидротермических условий и вида ТМ. Из изучаемых ТМ: никель, медь, свинец, наименее доступным для растений после внесения вермикомпоста оказался свинец, что объясняется наибольшей степенью чужеродности этого металла для растений, по сравнению с другими. При увеличении количества осадков в вегетационный период протекторная способность вермикомпоста к ТМ уменьшается. В отличие от ТМ, доступность растениям РН после внесения вермикомпоста достоверно снижается при различных почвенно-погодных условиях. Так, в плодах

плодах фасоли – в 1,5-3,4 раза, в плодах земляники – в 1,5-2,3 раза. Отмечена протекторная активность биогумуса в отдаленные периоды после внесения.

Протекторные свойства цеолита, при прочих равных условиях, зависят от дозы его внесения. По нашим данным, 480 г/м<sup>2</sup> - оптимальная доза, способствующая максимальному снижению радиоактивного цезия в плодах черной смородины. При более высоких дозах концентрация цезия увеличивается, что можно объяснить способностью цеолита задерживать воду. Очевидно, при определенной дозе цеолита количество воды достигает значений, способствующих увеличению доступности радионуклида растению.

В результате внесения различных адсорбентов почва становится «чистой» условно. Поллютанты остаются на месте и, при определенных условиях, будут мигрировать по экологическим цепочкам.

Действительное снижение концентрации ксенобиотиков возможно лишь при их удалении. Наиболее безвредный для почвы способ – это возделывание растений, способных аккумулировать токсичные вещества, с дальнейшим отторжением из почвы всей биомассы. Так, для очистки казахстанских почв от ТМ в качестве растения-аккумулятора используют щирцу [6]. Собственные исследования показали, что в условиях Орловской области для этих целей можно использовать рапс. Суммарное содержание ТМ – свинца, кадмия, никеля, кобальта, хрома, марганца, цинка, железа в органах растения рапса составляет следующие величины: цветы – 870,05; плоды – 669,55; листья – 553,05; корни – 504,1; стебли – 284,1 мг/кг. При этом, в почве снизилось содержание свинца на 1,1; кадмия – на 0,05; никеля – на 4,0; кобальта – 1,0; хрома – на 9,0; марганца – на 105,7; цинка – на 20,0; железа – на 400,0 мг/кг.

Рапс и такие культуры как чечевица и топинамбур можно использовать и для очистки почв от радиоактивных элементов. По нашим данным, за три года наблюдений в районе, подверженном влиянию выбросов ЧАЭС, наиболее высокая степень очистки почвы от цезия-137 в результате возделывания рапса, отмечается на второй год и составляет 22,8% от первоначального содержания. В почве под чечевицей степень очистки увеличивается линейно и составляет в первый год 1,6%, во второй – 26,7%, в третий – 28,3%. В почве под топинамбуром уровень цезия в разные годы снижается примерно с одной скоростью -10,7-19,7%. В результате, за три года на участке с возделыванием рапса

уровень цезия в почве снизился на 26,3%, топинамбура – 32,5%, чечевицы -47,8%.

Биомассу культур, используемых для очистки почвы после сбора необходимо подвергать или компостированию с дальнейшим использованием компостов при озеленении городов, или озолению. Минеральный остаток может найти применение в дорожном строительстве, а при очень высоких концентрациях токсичных веществ подвергать захоронению согласно соответствующим Правилам.

Таким образом, к настоящему времени, разработан ряд практических способов для очистки и реанимации почв, в районах, подверженных техногенному воздействию.

1. Игонин, А.М. Бурые угли как органическое удобрение для выращивания супеурожав [Текст] / А.М. Игонин // Материалы 1-й МПК «Дождевые черви и плодородие почв», Владимир, 2002. - С. 175-178.
2. А.с. СССР № 1385075, МКИ 01 N 33/24 [Текст] Способ разложения хлорорганических пестицидов в почве / Громова В.С. – Бюл. №4, 30.01.89. – С.17
3. Бабаев, М.П. Роль термоустойчивых микроорганизмов самоочищения и рекультивировании нефтезагрязненных почв сухих субтропиков Азербайджана [Текст] / М.П. Бабаев, Н.М. Исмаилов, С.И. Наджафова // Материалы 2-й МПК «Дождевые черви и плодородие почв», Владимир, 2004. - С. 244-245.
4. Садовникова, Л.К. Восстановление нефтезагрязненных земель с использованием биотехнологических методов [Текст] / Л.К. Садовникова, А.В. Баландина // Материалы 2-й МПК «Дождевые черви и плодородие почв», Владимир, 2004. - С. 232-233.
5. Жариков, Г.А. Использование микроорганизмов – деструкторов и дождевых червей для биоремедиации почв, загрязненных полихлорированными бифенилами [Текст] / Г.А. Жариков, В.В. Капранов, Н.И. Киселева, Н.Р. Дядишев, Р.В. Боровик // Материалы 2-й МПК «Дождевые черви и плодородие почв», Владимир, 2004. - С. 235-236.
6. Богуспаев, К.К. Биоремедиация почв Казахстана, загрязненных 1,1 - диметилгидразином с использованием биогумусатам [Текст] / К.К. Богуспаев, Н.Ш. Алимova, С.Е. Батырбекова и др. // Материалы 2-й МПК «Дождевые черви и плодородие почв», Владимир, 2004. – С. 239-240.

УДК 504. 175: 502. 521

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И ЦЕЗИЯ-137 В СКЛОНОВЫХ ПОЧВАХ ЕСТЕСТВЕННЫХ И АГРОЛАНДШАФТОВ. ВЛИЯНИЕ ВЫБРОСОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРОДА МЦЕНСКА

*Громова В.С., доктор биологических наук  
Цвигун И.П.  
Орловский государственный  
технический, университет, Орел, Россия*

*Приведены данные по особенностям поведения цезия-137 и тяжелых металлов в склоновых почвах естественных и агроландшафтов. Рас-*

*смотрена вертикальная и горизонтальная динамика влажности почвы на склоне.*

Естественными источниками тяжелых металлов в почве являются горные породы, на которых сформировались почвы. На кислых магматических породах – гранитах, гнейсах почвы содержат больше тяжелых металлов, чем на вторичных породах элювиального и делювиального происхождения – лессах.

Мценск, один из старейших городов Центральной России. Почвы этого района сформировались на породах переходного типа и характеризуются большой пестротой как по агрохимическим, так и экологическим показателям. В настоящее время в городе насчитывается свыше 60 промышленных предприятий и объектов, связанных с выделением в атмосферный воздух порядка 90 видов загрязняющих веществ, в том числе тяжелых металлов – свинца, цинка, кобальта, никеля и других. Наиболее крупные предприятия – заводы алюминиевого литья, цветных металлов и сплавов, коммунального машиностроения. Объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от всех источников, расположенных на территории города составил за 2000 год около 1,5 тыс. тонн.

Источниками загрязняющих веществ являются так же отходы, которые хранятся в отвалах. Например, развешивание отходов на Думчинском шлакоотвале АО «ЦМиС» уже несколько десятилетий приводит к загрязнению всех природных сред не только во Мценском, но и близлежащих районах.

Кроме этого, Мценский район находится в зоне влияния выбросов Чернобыльской АЭС. Поэтому, к приоритетным загрязнителям окружающей среды данного района относится так же цезий-137, основной дозообразующий радионуклид в настоящее время. Несмотря на то, что уровень радиоактивных элементов в окружающей среде постепенно снижается, исследования их динамики остаются актуальными. Это связано с тем, что для живых организмов опасны не только высокие концентрации радионуклидов. В условиях глобального загрязнения среды действие радиоактивных элементов в концентрациях ниже предельно допустимых, проявляется в ослаблении устойчивости биологической клетки к проникновению в нее других ксенобиотиков, в том числе тяжелых металлов. Влияние продуктов питания, загрязненных радионуклидами

и тяжелыми металлами, может проявляться по типу суммации токсических эффектов.

Мценск окружен сельскохозяйственными угодьями, в основном пашней, расположенными на склоновых почвах. Изрезанность рельефа местности сформирована действием различных факторов, в том числе водной эрозией. Многочисленными исследованиями показано влияние водной эрозии на количество гумуса, минеральных элементов питания, урожайность культур. В то же время, большое как практическое, так и научное значение имеет изучение закономерностей накопления и распределения тяжелых металлов и радионуклидов в системе почва-растение на склоновых ландшафтах.

Объектом наших исследований является миграция радионуклидов и тяжелых металлов в склоновых почвах тяжелого механического состава естественных и агроландшафтов. В результате было определено, что миграция цезия-137 в почвенном профиле на склонах естественных ландшафтов подчиняется полиномиальной зависимости. Определенное значение имеет экспозиция, длина и крутизна склонов. Особенности распределения цезия в почве оказывают влияние на накопление его в сырье лекарственных растений. Так, в верхней и средней зоне склона максимальная концентрация цезия-137 определяется в слое почвы до глубины 20 см. Поэтому, накопление его в травянистых растениях, активная часть корневой системы которых располагается близко к поверхностному слою, будет максимально. В нижней части склона под влиянием скапливающейся воды, цезий-137 мигрирует вглубь почвенного профиля. Степень накопления травянистыми растениями снижается.

Поведение цезия-137 на пропашных почвах имеет свои особенности, по сравнению с почвами естественных ландшафтов. В данном случае увеличивается влияние водных потоков на динамику радионуклида. Наблюдается более тесная корреляционная зависимость между содержанием органического вещества в слоях почвенного профиля и удельной активностью цезия в них. Наличие цезия-137 в почвенных слоях может служить своеобразным маркером эрозионно-аккумулятивных процессов.

Миграция тяжелых металлов на склоновых почвах, находящихся в сельскохозяйственном использовании, подчиняется как закономерности, общей для склонов, так и имеет отличия, обусловленные свойствами тяжелых металлов, сродством растений к тому или иному элементу. Так, стронций, цинк, молибден и некоторые другие входят в группу сильного биологического захвата, кобальт, никель – среднего (Перельман А.И., 1975). По данным Н.Г. Зырина (1978) более доступными для растений являются тяжелые металлы, поступающие из атмосферных выпадений, по сравнению с почвенными, в связи с тем, что они обладают большей растворимостью. Для прогнозирования поведения тяжелых металлов в склоновых почвах целесообразно изучение вертикальной и горизонтальной миграции почвенной влаги. По нашим данным, на северо-восточном склоне протяженностью 1200м и находящемся от источника выбросов на расстоянии 1000м динамика влажности почвы в слое 0-5 см выглядела следующим образом. Минимальная влажность характерна для водораздела, которая постепенно увеличивается к верхней части склона. По горизонтальному профилю склона минимальное значение влажности определяется в центральной, максимальное – в нижней части. В слое 5-10см значения влажности более низкие, чем в слое 0-5 см, но они характеризуются большей однородностью. В слое 10-20 см указанная закономерность, в основном, сохраняется. Полученные данные свидетельствуют о том, что наиболее интенсивно эрозионные процессы на данном типе почв протекают в самом верхнем, 0-5 см слое почвы. Несомненно, на динамику влажности оказали влияние гидротермические условия, которые характеризовались выпадением повышенного количества осадков и низкой температурой воздуха.

1. Зырин, Н.Г. Почва как депомент тяжелых металлов при загрязнении ее через атмосферу [Текст] / Н.Г. Зырин, В.С. Горбатов, А.И. Обухов и др. // Тез. докладов Всесоюзного совещания «Миграция загрязняющих веществ в почвах, в системе почва-вода, почва-растение», Обнинск, 1978.

2. Перельман, А.И. Геохимия ландшафтов [Текст] / А.И. Перельман. – М.: Высшая школа, 1966.

УДК 539.16:631.8

## ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ЦЕЗИЯ-137 В РАСТЕНИИ ЧЕЧЕВИЦЫ

*Громова В.С. доктор биологических наук,  
Шенцова О. В.*

*Орловский государственный технический университет, Орел, Россия*

*Чечевица относится к растениям - индикаторам загрязнения почвы цезием-137. В радиационно-загрязненных районах она способна накапливать цезий в концентрациях, выше допустимых. Культивирование ее на одном и том же участке в продолжение 3-х лет способствовало снижению радиационного загрязнения почвы на 44,8-61,1%.*

Чечевица, как бобовое растение, в настоящее время находит широкое применение в качестве источника растительного белка. Возделывание ее рекомендуется и с целью обогащения почвы биологическим азотом. В Орловской области ее культивируют повсеместно, в том числе и в районах, подвергшихся воздействию радиационных выбросов во время аварии на Чернобыльской АЭС. Из данных литературы известно, что бобовые культуры отличаются повышенной способностью накапливать цезий-137 [1], поэтому существует необходимость изучения факторов, влияющих на содержание его в растительном сырье, используемом для приготовления продуктов питания. Актуальность изучения миграции цезия из почвы в растение определяется еще и тем, что он хорошо сорбируется почвенным поглощающим комплексом. В результате этого практически не выводится из биологического круговорота, обуславливая и внешнее, и внутреннее облучение не только человека, но и всех живых существ. В первые годы после аварии исследованиями был установлен эффект «старения», согласно которому с увеличением времени пребывания цезия-137 в почве его доступность растениям снижается [2]. Однако, при более длительном изучении выяснилось, что биологическая доступность радионуклидов может меняться от разных условий.

Цель данной работы – на примере бобовой культуры, чечевицы, изучить особенности накопления цезия-137 в растениях при культивировании их на почве с разным уровнем радиационного загрязнения и с учетом временного фактора. Исследования проводили на темно-серой лесной почве в течение 3-х лет в Болховском районе (участок №1,



стартовый уровень цезия-137 в почве составляет 977,8 Бк/кг) и в Орловском районе (участок №2, стартовый уровень цезия-137 – 210,4 Бк/кг).

Согласно полученным данным, максимальное количество цезия накапливается в корневой системе растений, минимальное в соцветиях и в плодах (таблица 1).

Таблица 1 – Удельная активность цезия-137 в чечевице и почве (Бк/кг)

Год исследования	Объект исследования	Период наблюдения / номер участка			
		Лето		Осень	
		1	2	1	2
1999	Корни	219,7	93,1	320,6	133,6
	Листья, стебли	120,6	13,2	134,4	14,1
	Соцветия (плоды)	83,4	11,5	86,7	12,8
	Почва	977,8	210,4	962,2	200,1
2000	Корни	293,8	87,3	335,3	151,7
	Листья, стебли	122,2	29,0	135,6	31,2
	Соцветия (плоды)	82,2	10,6	93,6	10,0
	Почва	705,8	190,4	686,7	173,2
2001	Корни	292,4	27,7	322,1	56,8
	Листья, стебли	118,3	13,5	132,6	15,1
	Соцветия (плоды)	76,8	9,2	85,2	10,0
	Почва	643,1	158,0	510,3	137,0

Примечание: 1,2 – номера участков

Эта закономерность характерна для процессов кумуляции всех ксенобиотиков, основная часть которых задерживается на биологических барьерах – корень-вегетативные органы [3]. Нами было показано, что содержание цезия-137 в плодах относится к видовым признакам и, при прочих равных условиях, остается практически постоянной величиной [4]. Анализ данных, приведенных в таблице 1 показал, что для чечевицы сохраняется указанная закономерность. Колебания значений удельной активности цезия на участке №1 в соцветиях не превышают 8%, в плодах – 9% от максимального количества, концентрация радиоактивного цезия в плодах превышает допустимые уровни, установленные Сан Пин 2.3.2.1078-01 в 1,4-1,6 раз.

На участке №2 уровень радиации в плодах чечевицы так же колеблется в небольших пределах, но по абсолютному значению он в 7,3-8,5 раз меньше, чем на участке №1. Для чечевицы характерно увеличение концентрации цезия во всех ор-

ганах в осенний период. Согласно полученным результатам на загрязненном участке в 1 кг биомассы чечевицы в период ее цветения кумулируется от 423,7 до 498,2 Бк/кг цезия-137, в период хозяйственной спелости – от 539,9 до 564,5 Бк/кг. На участке №2 эти показатели, соответственно, равны 50,4-117,8 и 81,9-160,5 Бк/кг. Максимальные концентрации характерны для первого года испытаний с максимальным содержанием цезия в почве. Полученные данные свидетельствуют о том, что чечевицу можно отнести к растениям-индикаторам степени загрязнения почвы цезием-137. Анализ значений Кн - коэффициента накопления (отношение удельной активности цезия в растении к ее значению в почве) показал зависимость его от различных факторов: величины удельной активности радионуклида в почве, количества осадков (таблица 2).

Таблица 2 – Значения коэффициента накопления цезия-137

Год исследований	Количество осадков (мм)	Удельная активность цезия-137 в почве, Бк/кг		Кн	
		1	2	1	2
1999	297,6	962,2	200,1	0,6	0,8
2000	407,4	686,7	173,2	0,8	1,1
2001	341,3	510,3	137,0	1,1	0,6

На участке №1 снижение удельной активности цезия-137 в почве подчиняется полиномиальной зависимости за счет резкого уменьшения ра-

диации во влажный 2000 год. Динамика описывается уравнением  $y = 104,65x^2 - 585,96x + 1459,1$ , где  $y$  – уровень цезия-137,  $x$  – время возделывания чече-

вицы ( года). Значение  $K_n$  для данных условий обратно пропорционально количеству радионуклида в почве и описывается линейным уравнением  $y = 0,25x + 0,33$ , что свидетельствует о наличии защитных механизмов против поступления цезия в растение выше определенного уровня.

На участке №2 соответствующая динамика активности цезия имеет линейный характер и описывается уравнением  $y = - 26,2x + 238,67$ , а изменение коэффициента накопления подчиняется полиномиальной зависимости  $y = -0,4x^2 + 1,5x - 0,3$ .

Вероятно, при определенном уровне радиации способность растений чечевицы накапливать цезий-137 снижается, и в условиях естественного радиационного фона будет иметь постоянную величину. Отмечается большое значение количества атмосферных осадков на накопление радионуклида растениями на почве с фоновым загрязнением (участок №2). Эти данные подтверждают выявленную нами ранее закономерность о влиянии влажности почвы на количество радионуклидов, поглощаемых растением на почвах с идентичными свойствами [5].

Накопление цезия в биомассе растений приводит к уменьшению его в почве. Средняя скорость снижения его количества в год на участке №1 составляет 155,8 Бк/кг, на участке №2 – 24,5 Бк/кг.

Расчет степени очистки почвы -  $Z$  (отношение разности активности цезия в почве до посадки и после сбора биомассы растений к начальной концентрации) показал следующее (таблица 3). На участке №1 степень очистки в течение трех лет колеблется от 1,6 до 20,6, на участке №2 – от 4,9 до 12,8.

На обоих участках наблюдается закономерное увеличение степени очистки почвы в зависимости от продолжительности культивирования и, со-

ответственно, от уменьшения уровня цезия в почве. Характер динамики изменения степени очистки по годам на этих участках разный. На участке №1 с высоким уровнем радиационного загрязнения почвы, зависимость степени очистки от времени произрастания чечевицы имеет полиномиальный характер и описывается уравнением  $y = 5,6x^2 - 12,9x + 8,9$ .  $U$  – степень очистки,  $x$  – время произрастания растения. На участке №2 с фоновым уровнем загрязнения эта зависимость имеет линейный характер и описывается уравнением  $y = 3,95x + 1$ .

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие практические выводы:

1 – Чечевица относится к растениям - индикаторам загрязнения почвы и может быть использована для очистки ее от цезия-137.

2 - Не рекомендуется использовать чечевицу в качестве сырья для получения пищевых продуктов, при культивировании ее в радиационно-загрязненных районах.

1. Кузнецов, А.В. Радионуклиды в системе почва-растение// Влияние средств химизации на радиоактивность почв сельскохозяйственных угодий и возделываемых растений [Текст] / А.В. Кузнецов. - М.: ЦИНАО, 1984. - С. 3-12.
2. Алексахин, Р.М. Радиоактивное загрязнение почвы и растений [Текст] / Р.М. Алексахин. - М.: АН СССР. - 1963.-132с.
3. Черников, В.А. Агрэкология [Текст] / В.А. Черников, А.И. Чежерес.- М.: Колос, 2000. - 533с.
4. Громова, В.С. Результаты агроэкологического мониторинга почвы и урожая плодово-ягодных культур [Текст] / В.С. Громова, Е.В. Тимошук, Т.П. Уколова. - Орел: ВНИИСПК // Селекция и сорторазведение плодовых культур, 1995. - С. 340-345.
5. Громова, В.С. Влияние вермикомпоста из лузги семян на накопление цезия-137 и некоторых тяжелых металлов в растениях при различных почвенно-погодных условиях [Текст] / В.С. Громова, О.А. Ткаченко, Т.А. Дмитровская // 2-я Международная НПК: «Дождевые черви и плодородие почв», Владимир, 2004. - С. 234-235.

Таблица 3 – Динамика степени очистки почвы ( $Z$ ) в зависимости от времени возделывания культуры (в %%)

Время возделывания чечевицы (года)	$Z$ /Номера участков	
	1	2
1	1,6	4,9
2	5,5	9,0
3	20,6	12,8

УДК 502.171:628. 4. 042

## СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ТИПИЧНОГО АГРОЛАНДШАФТА ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ НАКОПЛЕНИЕ В ЗЕРНЕ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР

*Кузнецова Е.А., кандидат биологических наук  
Орловский государственный технический университет, Орел, Россия*

В процессе техногенеза на земную поверхность поступает значительное количество химических элементов, объединяемых термином «тяжелые металлы». При попадании в пищу тяжелые металлы представляют потенциальный риск для здоровья людей. В организме человека токсичное действие тяжелых металлов определяется следующими основными механизмами: влиянием на проницаемость мембран, замещением естественных субстратов в жизнедеятельности клеток, переводом основных метаболитов в неактивное состояние и ингибированием ферментов [1,2]. По этой причине содержание тяжелых металлов в пище нормируется СанПиНом и обязательно должно контролироваться в процессе получения сырья и пищевых продуктов.

Вопросы, связанные с изучением уровней загрязнения тяжелыми металлами природных сред в районах расположения крупных промышленных предприятий и городов уже не один десяток лет находятся в центре внимания исследователей [3]. Более сложной методической задачей является проблема экспериментальной количественной оценки доли антропогенных поступлений загрязняющих веществ в районах, неподверженных прямому воздействию промышленных источников. В качестве такого объекта исследования может быть представлен типичный агроландшафт, расположенный в Болховском районе Орловской области.

Считается, что наиболее существенный вклад в загрязнение тяжелыми металлами экосистем фоновых территорий вносит атмосфера [4]. Загрязнение атмосферы в Орловской области в основном обусловлено выбросами сталепрокатного завода (ПДВ в атмосферу цинка 109,4 г/ч; меди 41,6 г/ч; свинца 0,43 г/ч) и Мценского завода алюминиевого литья (ПДВ в атмосферу цинка – 500 г/ч, меди 480,67 г/ч, свинца 108,4 г/ч). [5].

Господствующие ветра юго-западного направления, осуществляющие перенос веществ из промышленных регионов, способствуют накоплению тяжелых металлов в почвах и осадочных отложениях

в течение многих десятилетий. Когда же наступает насыщение или в силу других причин почвы перестают удерживать загрязнение, некоторые токсиканты начинают циркулировать в экосистеме и почва становится основным источником поступления тяжелых металлов в сырье растительного происхождения.

В последние десятилетия накоплен большой фактический материал, подтверждающий, что наряду с естественным перераспределением химических элементов в почвенном профиле происходят процессы антропогенной деградации под влиянием промышленного загрязнения. Изучение закономерностей миграции элементов по генетическим горизонтам почв и поведения их в системе почва-растение является важным этапом на пути к прогнозу изменения микроэлементного состояния зерна злаковых культур, которое служит сырьем для получения традиционных продуктов питания повседневного потребления.

В качестве объекта исследования были выбраны типичные участки сельскохозяйственных угодий на серых лесных почвах, растения и урожай некоторых зерновых культур.

Отбор почвенных проб на полях севооборотов осуществлялся методом диагональных ходов. Выбирались ключевые площадки размером до 1-2 га в количестве 5-7 штук на поле севооборота. В пределах ключевой площадки также методом диагональных ходов отбирались пробоотборником на глубину пахотного горизонта точечные пробы почвы. Объединенная проба составлялась из 10-12 уколов буром. Пробы зерна растений отбирались на тех же участках, что и пробы почвы. Объединенная проба зерна растений (0,5 кг натуральной влажности) составлялась из 10-12 точечных.

Отбор проб почв и зерна проводился в соответствии с методическими указаниями по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства [6,7].

Содержание тяжелых металлов в биоматериале измерялось методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии в воздушно-ацетиленовом пламени на приборе фирмы Хитачи (Япония), с дейтериевым корректором фона. Для калибровки прибора использовались стандартные растворы элементов фирмы «Мерк» (Германия).

Валовое содержание металлов в почве определяли после полного разложения силикатной матрицы смесью азотной, соляной и фтористоводородной кислот по общепринятым методикам.

Для перевода в раствор проб зерна использовали метод «мокрого озоления» органической части матрицы материала смесью концентрированных азотной и хлорной кислот в соотношении 3:1.

Данные обработаны стандартными методами описательной статистики с использованием прикладных пакетов к электронной таблице MS Excel

Таблица 1. Изменение валового содержания тяжёлых металлов по профилю серой лесной почвы.

Горизонт	Глубина, см	Валовое содержание, мг/кг				
		Ni	Co	Pb	Cd	Cr
A пах	0-20	29,66	20,19	31,25	1,41	54,80
A2B	20-42	35,76	24,34	31,25	1,13	50,62
B1	42-70	30,50	18,13	18,25	1,14	47,24
B2	Более 70	28,04	16,93	18,15	0,81	41,12

В нижних горизонтах почвенного профиля валовое содержание этих элементов снижается, что говорит об антропогенном вкладе в содержание изучаемых элементов в верхнем слое почвы.

Наибольшее содержание никеля и кобальта наблюдается в подпахотном горизонте почвы. Это объясняется перемещением соединений металлов в вертикальном направлении, как с восходящим током влаги из коренных пород, так и с нисходящими водными потоками. Распределение никеля и кобальта по профилю почвы соответствует распределению органического вещества, аморфных окислов и иллевой фракции.

Аналогичные закономерности в распределении по профилю исследуемых почв тяжёлых металлов наблюдаются и для их подвижных форм.

Внесение органических удобрений и извести способствует усилению роли пахотного слоя в качестве активного биохимического барьера, что отчасти сдерживает процесс вертикальной миграции минеральных элементов и создаёт условия для возникновения очагов загрязнения. Кроме того, органические удобрения являются дополнительным источником тяжёлых металлов. Так, на исследуемые сельскохозяйственные угодья вносили навоз, с 15 т которого в почву поступало никеля – 176,86, кобальта – 38,06, свинца – 96,76, кадмия – 2,32 и хрома 248,97 г/га.

Варьирование содержания в пахотных горизонтах почв отдельных форм элементов в латераль-

2000. Различия между сравнительными выборками считали достоверными при  $p < 0,05$ .

Результаты валового анализа почвенных образцов показали, что максимум содержания изучаемых химических элементов приходится на пахотный горизонт (таблица 1).

ном направлении оказалось для ряда из них весьма значительным. В наибольшей степени в пределах исследуемых агроландшафтов изменялось в пахотном слое содержание свинца и никеля. Отмечается повышение концентрации некоторых из изучаемых элементов в аккумулятивных частях ландшафта. В первую очередь это характерно для никеля. В несколько меньшей степени данный тип распределения относится к кобальту и свинцу. Закономерности в распределении кадмия и хрома в ландшафте не выявлены. Основной причиной распределения элементов в агроландшафте является поверхностный смыл и связанный с ним смыл и переотложение почвенной массы в нижних частях склонов.

Следовательно, в склоновых ландшафтах, характерных для исследуемого региона, создаются зоны, где потенциальная опасность загрязнения почв существенно выше, чем для территории в целом. Определённую роль в образовании небольших очагов загрязнения никелем и свинцом в нижних частях склонов играют органические удобрения, известь и низкопроцентные фосфориты.

Результаты проведённых исследований показали, что среднее значение валового содержания в почве кобальта и кадмия, а в некоторых случаях также свинца, превышают фоновые. Особенно наглядно превышение концентрации валовых форм кадмия в почве (в 4- 5,5 раз по сравнению с фоном).

Для никеля и хрома значения валовой концентрации не выходят за пределы фоновых (таблица 2).

Таблица 2. Содержание различных форм тяжёлых металлов в пахотных горизонтах серой лесной почвы исследуемых сельскохозяйственных угодий.

Формы тяжёлых металлов	Ni	Co	Pb	Cd	Cr
Валовый запас	30,1±3,8	19,1±2,9	25,3±7,1	1,0±0,4	51,0±6,7
Кислоторастворимые, извлекаемые раствором 5M HNO <sub>3</sub>	13,1±2,3	6,7±1,0	10,4±1,9	0,34±0,12	14,1±3,5
Подвижные, извлекаемые ацетатноаммонийным буфером	1,65±0,9	1,16±0,38	0,57±0,38	0,14±0,05	0,46±0,13
Водорастворимые	0,72±0,31	0,04±0,02	0,11±0,09	0,04±0,01	0,05±0,02
Фон, валовые формы [2,7]	51	13	19	0,25	140

Однако валовое содержание в почве тяжёлых металлов не всегда характеризует степень опасности загрязнения. В почве наблюдается распределение химических элементов по формам, обладающим различной биологической доступностью вследствие образования малорастворимых неорганических соединений, комплексов с органическими и неорганическими лигандами, поэтому масштабы проявляемого негативного эффекта зависят от содержания в почве подвижных форм элемента.

Полученные данные показывают, что более высокие размеры перехода металла в почвенные вытяжки достигаются при экстракции почвы разбавленными минеральными кислотами, извлекающими кроме обменной формы, переходящей в вытяжку ацето-аммонийного буфера с pH 4,8, дополнительные фракции, сорбированные минеральными и органическими веществами, оксидами и гидроксидами марганца и железа. Доля этих фракций достигает 20-30% от валового запаса и является потенциально доступным запасом элементов в почве.

Оценка степени загрязнения исследуемых сельхозугодий на основании полученных данных о содержании обменных и потенциально-доступных

форм элементов, к сожалению, весьма проблематична, так как имеющиеся ПДК для ряда тяжелых металлов установлены безотносительно типа почв.

В связи с этим огромный интерес представляет изучение степени поглощения и накопления тяжёлых металлов растениями, произрастающими на исследуемых почвах.

Уровни накопления тяжёлых металлов в зерне ряда злаковых культур в условиях производственных посевов приведены в таблице 3.

Полученные результаты в целом соответствуют общим закономерностям, установленным для переноса макро- и микроэлементов в звене почва-растение, и отражают существующие различия в химических свойствах и биологической роли металлов, уровнях их содержания в почве, видовых особенностях растений.

Однако отмечается превышение уровня ПДК и наличие сопоставимых с порогом фитотоксичности уровней накопления никеля, хрома, а для зерна ячменя и овса свинца и кадмия. Содержание кобальта в зерне различных культур, наоборот, в некоторых случаях недостаточно для нормального физиологического развития (таблица 3).

Таблица 3- Содержание тяжелых металлов в зерне злаковых культур, мг/кг .

Культура	Ni	Co	Pb	Cd	Cr
Озимая пшеница	1,31±0,21	0,53±0,08	следы	следы	7,12±1,11
рожь	2,14±0,18	0,82±0,12	0,45±0,04	0,03±0,01	7,43±1,23
ячмень	4,90±0,29	0,38±0,06	1,50±0,12	0,15±0,06	9,70±0,89
овес	4,08±0,32	0,50±0,08	1,26±0,18	0,16±0,08	11,12±1,04
ПДК	0,5	-	0,5	0,10	0,20

Наименьшее содержание тяжёлых металлов отмечается в зерне пшеницы, тогда как в зерне других культур уровень накопления некоторых элементов значительно выше.

Результаты проведённого исследования содержания металлов в зерне различных культур показывают, что в отдельных случаях концентрация ни-

келя и хрома превышает избыточный или токсичный уровень. Отмечается превышение ПДК в зерне различных культур по никелю в 2,6-9,8 раз, по хрому – в 36-57 раз.

Для оценки поступления металлов из почвы в растения используют различные показатели. Одним из наиболее широко применяемых является коэффициент накопления, который означает отношение содержания металла в единице массы растений и почвы соответственно.

Рассчитанные величины коэффициентов накопления изучаемых химических элементов в зерне злаковых культур, представлены в таблице 4.

Таблица 4- Величина коэффициентов накопления тяжелых металлов в зерне злаковых культур, \*102

Культура	Пределы колебания коэффициентов накопления элементов				
	Ni	Co	Pb	Cd	Cr
Ячмень	12,8...46,9	0,2...2,6	6,8...28,8	4,6...79,7	18,5...53,3
Овёс	34,3...115,8	0,6...6,8	17,6...56,0	9,9...56,1	18,1...105,9
Рожь	37,3...49,4	0,1...2,2	9,5...32,3	3,4...50,2	14,2...57,3
Озимая пшеница	30,9...32,3	0,3...2,1	н/о...5,5	н/о	16,5...23,8

Металлы, относящиеся к группе микроэлементов (кобальт, никель) накапливаются растениями в концентрациях, измеряемых единицами и десятками мг/кг сухой массы. Основные техногенные загрязнители и элементы, биологическая роль которых не выявлена (свинец, кадмий, хром) концентрируются растениями в тех же пределах, что и микроэлементы.

В накоплении тяжёлых металлов сельскохозяйственными культурами выявляются видовые различия, которые достигают 2-10 раз. Например, по уровню накопления одного из наиболее опасных загрязнителей кадмия озимая пшеница является благополучной на фоне других зерновых культур.

Отмеченные уровни накопления металлов в зерне злаковых культур в районе не подверженном прямому воздействию промышленных источников представляют серьёзную опасность. Для исследуемых культур чётко выражена тенденция к усилению поглощения тяжёлых металлов растениями, произрастающими в нижних частях склонов и депрессиях рельефа. Эти компоненты характерны для типичного агроландшафта Орловской области, представленного сильно волнистой равниной, изрезанной глубокими долинами рек, оврагами и балками.

Существует множество агрохимических приемов, позволяющих снизить поступление тяжёлых металлов в растительную продукцию из почвы (известкование, применение фосфорных и органических удобрений, цеолитов). Однако достаточно высокий уровень загрязнения зерна, выросшего в районах удаленных от непосредственного влияния промышленных источников, требует разработки технологических приёмов, позволяющих снизить

уровень содержания загрязнителей в зерне в процессе подготовки его к производству продуктов питания.

При этом биотехнологическое значение могут иметь некоторые виды и штаммы микроорганизмов, а также ферментные препараты, используемые для деструкции экстрацеллюлярных адсорбентов матрицы плодовых, семенных оболочек и клеточных стенок растений.

1. Ершов, Ю.А. Механизмы токсического действия неорганических соединений [Текст] / Ю.А. Ершов, Т.В. Плетнева. - М.: Медицина. - 1989. - 272с.
2. Киприянов, Н.А. Состояние и перспективы контроля содержания тяжелых металлов в питьевой воде, сырье, пищевых продуктах и атмосферном воздухе [Текст] / Н.А. Киприянов, Г.П. Устюгов, Н.И. Киприянова // АгроНИИТЭИП. Пищевая промышленность. -1991. - Вып.2.-32с.
3. Алексеев, Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях [Текст] / Ю.В. Алексеев. - Л.: Агропромиздат, 1987. - 142с.
4. Добровольский, В.В. География микроэлементов. Глобальное рассечение [Текст] / В.В. Добровольский. - М.: Мысль, 1983.- 272с.
5. Мотылева, С.М. Особенности содержания тяжелых металлов (Pb, Ni, Zn, Fe, Cu) в плодах, ягодах и атмосферных осадках в связи с оценкой сортов для использования в селекции [Текст] // Автореф. дис. на соиск. уч. ст. к.с.-х.н. -С-П, 2000. - 23 с.
6. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства [Текст] - М.: ЦИНАО, 1989.- 108с.
7. Методические указания по определению микроэлементов в почвах, кормах и растениях методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии [Текст] - М.: ЦИНАО, 1985.-95с.

УДК 502.171:628.4.042

### ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ

Парахин Ю.А.

ЗАО «Экология», Орел, Россия

Пищевые отходы составляют большую часть твердых бытовых отходов (ТБО). Так, поступающие ТБО на полигоны г. Орла, представлены следующим образом: пищевые отходы составляют 35-40%, макулатура - 20-35%, полимерные - 7-8%, стекло, текстиль - по 2-4%. Остальная часть отхо-

дов состоит из лома и цветных металлов. Всего на Орловский полигон ежегодно поступает 550-600 и более тысяч тонн ТБО.

Пищевые отходы относятся к веществам, легко поддающимся биологическому разложению. При их естественном разложении на полигонах (свалках) образуются различные, в т.ч. токсичные соединения, загрязняющие атмосферный воздух, грунтовые и поверхностные воды, почву. В настоящее время существуют различные способы утилизации органических отходов: сжигание в аэробных условиях, например, на мусороперерабатывающих заводах, пиролиз (сжигание при высокой температуре при недостатке кислорода), компостирование, захоронение и некоторые другие. Эти способы имеют недостатки. При сжигании отходов помимо задымления атмосферы происходит ее загрязнение ядовитыми примесями. Особенно опасно поступление в окружающую среду диоксинов. Не случайно, выбросы мусоросжигающих заводов называют «свалкой на небе». При компостировании и захоронении больших объемов органических отходов требуется значительные площади земель, которые выйдут на многие годы из полезного обращения.

Цель данной работы состояла в выявлении таких способов утилизации бытовых отходов, которые позволили бы не только увеличить скорость их преобразования, уменьшить массу накопления на полигонах, но и получить конечный продукт, способствующий улучшению экологической ситуации.

Нами разработан способ (патент на изобретение № 32238157) который позволяет отсортировать поступающие на полигон ТБО. На первой стадии с помощью электромагнитного сепаратора отбирается металлолом, в дальнейшем выделяются полимерные материалы, которые подаются на пресс полимеров и направляются на дальнейшую переработку. Следующий этап – отбор бумаги, которая прессуется в тюки и идет на дальнейшую переработку и утильсырья. Оставшиеся органические, в основном пищевые, отходы направляются в отделение биопереработки в биобарабан. В биобарабане создаются условия для аэробного и анаэробного разложения пищевых отходов. Для этого в биобарабан непрерывно подается воздух, подогретый в электрокалорифере до температуры 45-55° С. Для стимулирования микробиологической деятельности

в биобарабан вводится пульпа с активным илом. Скорость разложения отходов увеличивается в десятки раз. Экспозиция пищевых отходов в биобарабане составляет 3-24 часа, против 1,5-2 месяца в буртах. Полученный компост представляет ценнейшее органическое удобрение. По нашим данным, урожайность сельскохозяйственных культур после его внесения увеличилась на 25-30% по сравнению с вариантами без удобрений. Кроме этого, полученный биокомпост характеризуется высоким содержанием микроорганизмов и органических коллоидов. Поэтому, его целесообразно применять в качестве детоксиканта в загрязненных районах с целью получения экологически безопасной продукции. Отходящие газы из биобарабана вентилятором подаются на фильтр – сорбент, где и происходит их обезвреживание.

Таким образом, отходы, накопление которых способствует загрязнению окружающей среды, а вследствие этого ухудшению здоровья человека, должны стать одним из основных факторов ее оздоровления. Мусор должен стать затребованным товаром, а его уборка и переработка – выгодным делом вследствие возрастания рентабельности сбора и депонирования производимых в городе пищевых отходов.

### **АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ ВЕРМИКОМПОСТОВ**

*Ткаченко О.А., кандидат сельскохозяйственных наук.*

*Орловский государственный  
технический, университет, Орел, Россия*

В последние десятилетия наряду с традиционными способами компостирования во многих регионах РФ и за рубежом все более широкое распространение получает метод переработки различных органических отходов с использованием дождевых червей. В настоящее время вопросами вермикомпостирования занимаются малые предприятия, фермерские хозяйства, производственные объединения. Ответственная научно-исследовательская работа в этом направлении находится на начальном этапе развития, этапе накопления экспериментального материала. В литературе весьма малочисленны и нередко противоречивы

данные по агробиологической, эколого-экономической оценке вермикомпостов, влиянию их на плодородие различных типов почв и продуктивность агробиоценозов.

В течении ряда лет проводится научно-исследовательская работа в лабораторных и полевых условиях по изучению возможности получения вермикомпостов (ВК) из лузги семян подсолнечника и гречихи, способности его снижать накопления растениями цезия-137 и некоторых тяжелых металлов. В качестве объектов исследований выбраны растения с диаметрально противоположными морфологическими и физиологическими свойствами – фасоль и овес.

В результате переработки гибридом красного калифорнийского червя навоза КРС, лузги семян подсолнечника и гречихи были получены ВК, состоящие на 70-80% из водопрочных структурных отделеностей-копролитов, имеющих более благоприятные физико-химические и биологические свойства по сравнению с исходными субстратами.

По нашим данным, полученные виды вермикомпоста имеют почти нейтральную (6,1-7,1) реакцию среды. Максимальные значения рН (7,1) отмечены для биогумуса из лузги гречихи.

В разлагающихся органических субстратах происходит минерализация, сопровождающая переходом биогенных элементов в подвижные, доступные высшим растениям формы. Так, содержание биологического азота увеличивается в ВК из навоза КРС в 2,8; подвижного фосфора в 11,2; подвижного калия – в 3,2 раза по сравнению с исходным субстратом. Вермикомпост из лузги гречихи и лузги подсолнечника содержит подвижного фосфора в 4,8; а подвижного калия в 2,6 раза больше, чем в исходных субстратах.

Также все виды ВК содержат биологически активного вещества (ауксины и гибберлины), стимулирующие рост и развитие растений [1]

Большое экологическое значение имеет наличие в биогумусе тяжелых металлов и радионуклидов. Сравнительный анализ содержания свинца и никеля в биогумусе и субстрате показал следующее: в вермикомпосте из лузги гречихи содержание никеля в 2,9 раз, а в вермикомпосте из лузги подсолнечника в 2,5 раза меньше, чем в соответствующих субстратах.

Из двух видов ВК, полученных из лузги семян, экологически меньше опасных для внесения в почву оказывается биогумус из лузги гречихи, в нем содержится свинца в 2,3 раза меньше, чем в субстрате.

Во всех видах ВК по сравнению с субстратом снижается удельная активность цезия-137: из лузги гречихи – в 2,5 раза; из лузги подсолнечника – в 4,3 раза, из навоза КРС в 1,6 раза.

Таким образом, как концентрация тяжелых металлов, так и радионуклидов цезия-137 уменьшается в ВК из всех субстратов. По данным литературы, различные виды биогумусов оказывают многостороннее положительное воздействие на почву, ее агрохимические и экологические показатели, а также на растения, увеличивая их урожайность и качество получаемой продукции [2].

Эффективность всех ВК, полученных при переработке лузги семян подсолнечника, гречихи и навоза КРС гибридом красного калифорнийского червя изучались на черноземе оподзоленном и темно-серой лесной почве в годы, резко отличающиеся по гидротермическим показателям вегетационного периода. Схема опыта включала следующие варианты:

- 1 – без удобрений (фон);
- 2 – почва + навоз КРС (контроль);
- 3 – почва + ВК на основе навоза;
- 4-5 – почва + ВК из лузги семян гречихи и подсолнечника, соответственно;
- 6-7 – почва + ВК из смеси 1/3 навоза и 2/3 лузги семян гречихи и подсолнечника;
- 8-9 – почва + ВК из смеси 2/3 навоза и 1/3 лузги семян гречихи и подсолнечника.

Результаты исследований показали, что все виды ВК оказали положительное воздействие на агрохимические показатели почв – увеличились значения рН и количество подвижных форм фосфора, калия и емкость поглощения. Увеличилась биомасса тест-растений, особенно семян фасоли. Масса семян фасоли в вариантах ВК превысила данные фона и контроля в 1,3 – 2,8 раза, соответственно.

Следует отметить, что внесение в почву ВК приводит к изменению содержания в семенах фасоли и овса таких тяжелых металлов, как свинец и никель. Поступление свинца в семена фасоли снижается в вариантах с внесением ВК из лузги семян,



а никеля – в вариантах с внесением ВК из лузги подсолнечника. Семена овса в контроле накапливают значительное количество свинца – оно в 1,2 – 3,8 раз снижается под воздействием вносимых ВК из лузги гречихи и подсолнечника, соответственно. Максимальный протекторный эффект наблюдается после применения биогумуса из лузги подсолнечника. Также, все виды ВК оказывают положительное протекторное действие на накопление радиоактивного цезия-137 в семенах как фасоли, так и овса.

Таким образом, обобщенные данные по протекторным свойствам изучаемых видов ВК на двух типах почв показал, что по отношению к цезию-137 эти свойства более выражены, чем по отношению к тяжелым металлам, свинцу и никелю. Это происходит благодаря действию активных биологических барьеров в растительном организме (корни/вегетативные органы/генеративные органы). Такой результат получен от совместного действия нескольких факторов, в первую очередь – вследствие дискриминации на биологических барьерах в самом растении.

В заключение следует отметить, что внесение в почву ВК из лузги семян гречихи и подсолнечника, которые в естественных условиях трудно поддаются разложению и обуславливают накопление загрязнений биосферы, являются одним из способов решения проблемы экологической безопасности утилизации органических отходов и снижения дефицита органических удобрений в сельском хозяйстве.

1. Мельник, И.А. Вермикультура: производство и использование [Текст] / И.А. Мельник. – Киев: Укр. ННТЭН. – 1994. – с.128.

2. Черников, В.А. Агрэкология [Текст] / В.А. Черников, А.Н. Черкес. – М.: Колос, 2000. – 533с.

УДК 539.16:631.8

### **НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПОГЛОЩЕНИЯ РАДИОАКТИВНОГО ЦЕЗИЯ ЧЕЧЕВИЦЕЙ НА ПОЧВАХ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

*Шенцова О.В.*

*Орловский государственный технический университет, Орел, Россия.*

*Показана динамика накопления цезия-137 в органах чечевицы в зависимости от степени загрязнения почвы, погодных условий и фазы развития растения. Максимальное количество радионуклида аккумулируется в корнях растений в пери-*

*од полного созревания культуры. Предлагается использовать чечевицу в качестве пурификатора от радиоактивного цезия-137.*

Авария на Чернобыльской АЭС способствовала радиоактивному загрязнению всех природных сред. Особое значение представляет загрязнение почвенного покрова, отправной точки миграции радионуклидов в смежные среды, а затем по экологическим цепочкам и в организм человека. Одним из способов минимизации последствия их воздействия на живые организмы является очистка пахотных земель от радиоактивного цезия – 137. К экологически безопасному методу очистки почвы относится выращивание растений, способных накапливать радиоактивные элементы в своей биомассе, отторжение ее из почвы с дальнейшей рациональной утилизацией. Количественные возможности выноса зависят от биологических характеристик возделываемых культур.

В последнее время большим спросом пользуется чечевица – ценная зернобобовая культура, имеющая огромное народнохозяйственное значение. Выращивается ради семян, очень богатых белком. По содержанию белка и усвояемости его организмом человека, питательности и вкусовым достоинствам чечевица превосходит большинство зернобобовых культур. Семена и отходы чечевицы, получаемые при сортировке, используются как высокоценный концентрированный корм для животных. Зеленая масса и сено чечевицы, как и семена, богаты белком и являются очень хорошим кормом для скота. Семена чечевицы содержат в зависимости от почвенно-климатических условий (в %): - белок 26-35, крахмал 47-60,- жир 0,6 – 21,- сырая клетчатка 23 – 44, витамины В1; В2, в проросших семенах много витамина С. Кроме того, чечевица не содержит вредных и ядовитых веществ (алкалоидов и глюкозидов), которые свойственны некоторым видам бобовых культур [1]. Чечевица богата такими жизненно важными кислотами как: лизин, гистидин и метионин, которые необходимы для нормального роста организма человека [2]. Такое широкое применение чечевицы обязывает соблюдать требования экологической безопасности, особенно в районах с высокой степенью загрязнения радиоактивными веществами.

Целью исследований явилось изучение процессов накопления цезия-137 чечевицей на почвах

с различной плотностью радиационного загрязнения. Для этого выбраны два района Орловской области с идентичными почвенными условиями: Болховский район (участок № 1) с содержанием цезия-137 в почве 977 Бк/кг в начале исследований и Орловский район (участок №2) с содержанием Цезия-137 в почве 210 Бк/кг. В качестве контроля служили участки, находящиеся под паром, соответственно, участок №3 и участок №4. Исследования проводились в течение 3-х лет на одних и тех же участках при следующих погодных условиях: 1999г. засушливый, среднемесячное количество осадков за вегетационный период (апрель-сентябрь) составило 53,8 мм., 2000г. влажный, количество осадков – 116,4 мм., 2001г. засушливый, количество осадков – 61,6 мм.. Среднемесячная температура воздуха соответственно по годам составила: 15,6; 14,6; 15,5<sup>0</sup> С.

Почвенные пробы отбирались каждый год дважды: весной перед закладкой опыта и после созревания и уборки культуры. Растительные пробы отбирались первый раз в период цветения, а второй раз - в период полного созревания растений. Отборы проводились согласно общепринятым ме-

тодикам. Испытания на содержание цезия-137 в почвенных образцах проводились на следующий день после отбора. Растительные пробы сначала высушивались и готовились к определению цезия-137 гамма-спектрометрическим методом на спектрометре УСК Гамма – Плюс. Интенсивность накопления радиоактивного цезия в растениях определялась по коэффициенту накопления (Кн).

Анализ полученных результатов показал, что распределение радиоактивного цезия в растении чечевицы не противоречит закономерности распределения ксенобиотиков: основная его концентрация аккумулируется в корневой системе и составляет за три экспериментальных года на участке №1 0,30 – 0,50% от общего содержания в биомассе растения, на участке №2 - 0,44 –0,80%.

Распределение значений коэффициента накопления по органам растения в различные годы исследований представлено в таблице.

Таблица – Значения Кн в растительных образцах

Район	БОЛХОВ						ОРЕЛ					
	1999		2000		2001		1999		2000		2001	
Фаза	А	В	А	В	А	В	А	В	А	В	А	В
Корни	0,30	0,32	0,41	0,47	0,45	0,50	0,44	0,65	0,45	0,80	0,44	0,67
Листья, стебли	0,12	0,13	0,17	0,19	0,18	0,20	0,06	0,07	0,15	0,16	0,08	0,09
Семена	0,08	0,09	0,11	0,13	0,12	0,13	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06

Примечание: А – фаза цветения, В – фаза созревания растений чечевицы.

Анализ приведенных данных показал, что коэффициент накопления в корнях чечевицы в период цветения составляет: на участке № 1 0,30 – 0,45, в период полного созревания 0,32-0,50. На участке № 2 в фазу цветения 0,44 – 0,45, в фазу созревания - 0,67 - 0,80. На участке №1 растение уже на стадии цветения сконцентрировало в корневой системе более чем 2/3 от концентрации в фазу полного созревания. На участке №2 корневая система чечевицы в фазу цветения накопила немногим более половины конечного результата. Оставшиеся 21 – 35% концентрации цезия растение аккумулирует в корнях к моменту полного созревания. Накопление радионуклида корневой системой в фазе созревания на участке № 2, возможно, обусловлено оттоком веществ в этот период.

Кн для вегетативной массы (листья, стебли) чечевицы составил: на участке № 1 в фазу А - 0,12 – 0,18, В - 0,13 – 0,20. На участке № 2 - 0,06 - 0,15; 0,07 – 0,16, соответственно. Кн для семян чечевицы колеблется по годам в пределах: на участке №1 в фазу А от 0,08 до 0,12, в фазу В – от 0,09 до 0,13. На участке №2 значения коэффициента накопления идентичны и составляют в фазу А 0,5, в фазу В – 0,06.

Таким образом, минимальной способностью накапливать радионуклид обладают генеративные органы, что объясняется наличием биологических барьеров защиты генофонда растения от поражения.

Значения таблицы так же показывают, что Кн цезия –137 чечевицей в фазу полного созревания

ния растения неизменно выше, чем в фазу цветения на обоих опытных участках.

Отмеченные различия в значениях Кн обусловлены погодными условиями вегетационного периода: при достаточном количестве влаги (2000 год) отмечается незначительная разница между значениями Кн на разных участках. В вегетативных частях чечевицы с участков № 1 и № 2 Кн равно, соответственно, 0,15 - 0,17 - в фазу А и 0,19 - 0,16 в фазу В.

В засушливых погодных условиях (1999, 2001 годы) разница в значениях Кн увеличивается более чем в 2 раза и составляет на участке № 1 - 0,12 - 0,20, на участке № 2 - 0,06 - 0,09. В генеративных органах подобная зависимость выражена менее значительно - Кн составляет: на участке № 1 0,08 - 0,13, на участке № 2 - 0,05 - 0,06. Максимальный разброс значений характерен для участка с повышенным содержанием цезия-137 в почве.

Концентрация цезия-137 в почве исследуемых участков за те же годы снизилась, соответственно: на участке №1 — с 977 до 510 Бк/кг, на участке №2 с 210 до 138 Бк/кг. Сравнительный анализ почвенных образцов с указанных и контрольных участков, находящихся под паром во все годы эксперимента, показал следующее.

Концентрация цезия-137 на контрольном участке № 3 за время эксперимента снизилась на 33 Бк/кг (с 990 до 957 Бк/кг), что составляет всего 3%. На участке № 1 под чечевицей концентрация цезия-137 в почве снизилась на 467 Бк/кг (с 977 до 510 Бк/кг), что составило 48%. Можно сделать вывод, что 45% радиоцезия вынесено из почвы чечевицей, в основном его корневой системой. Зеленая масса и семена растения при этом остаются экологически безопасными, пригодными к применению.

На контрольном участке № 4 за годы исследования концентрация цезия-137 в почве снизилась на 26 Бк/кг (с 201 - 140 Бк/кг), что составило 8% выноса. На участке № 2 под чечевицей концентрация радионуклида снизилась на 72 Бк/кг (с 210-138 Бк/кг), что составило 34%. На данном участке вынос цезия чечевицей составляет 26%.

Таким образом, проведенные исследования показали следующее:

1 - Корневая система чечевицы способна накапливать значительное количество цезия-137, что

позволяет использовать это растение в качестве пурификатора почвы от радионуклидов.

2 - Максимальное накопление цезия -137 чечевицей происходит в период полного созревания растения.

3 - На почвах, загрязненных радиоцезием целесообразно получать два урожая за один вегетационный период, доводя чечевицу лишь до фазы цветения.

1. Федорин, В.В. Современное состояние и перспективы производства чечевицы в СССР [Текст] / В.В. Федорин, В.А. Седова // Научные труды ВНИИЗБК. Т.4., Орел, 1972.  
2. Леонтьев, В.М. Чечевица [Текст] / В.М. Леонтьев. - Сельхозгиз, Ленинград, 1954.

УДК 658.382.3:663.2/3

## АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ТРУДА И ТРАВМАТИЗМА РАБОТНИКОВ ПРОИЗВОДСТВА ВИНА, АЛКОГОЛЬНОЙ И БЕЗАЛКОГОЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ

*Щербакова Е.В., кандидат технических наук,  
Тюриков Б.М., доктор технических наук,  
Кондакова Е.Ю.,  
Студенникова Н.С.  
Орловский государственный технический университет, ФГНУ ВНИИ охраны труда,  
Орел, Россия*

Несоответствие условий труда работников производства вина, алкогольной и безалкогольной продукции требованиям безопасности и гигиеническим нормативам обусловлено особенностями технологических процессов, уровнем оснащения организаций современной высокопроизводительной и качественной техникой, степенью ответственности работодателей за обеспечение безопасности, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Недостаточная надежность применяемых технологий, машин и оборудования, малая эффективность коллективных и индивидуальных средств защиты вызывает несоответствие между производственной средой и характером труда, с одной стороны, и физическими и психофизиологическими возможностями организма работающего человека, с другой стороны. Имеют место случаи приема на работу профессионально непригодных лиц, с недостаточной подготовкой и трудовыми навыками.

В результате исследований установлены наиболее неблагоприятные санитарно-

гигиенические и психофизиологические факторы условий труда при получении вина, алкогольной и безалкогольной продукции: состояние параметров микроклимата; содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны; повышенный уровень шума на рабочих местах; физические и нервно-психические перегрузки.

При низкой температуре (8...12°C) и повышенной влажности (80...90%) удаляются остатки дрожжей из лагерных танков при производстве пива, обрабатываются и дезинфицируются емкости. Эти работы также связаны с опасностью отравления работников углекислым газом, который накапливается на дне емкостей в концентрации, в 4...8 раз превышающей ПДК.

Наоборот нагревающий микроклимат формируется при сушке и варке солода (25...28°C), варке сиропа, сула, колера в варочных котлах. Чистку внутренних поверхностей котлов варщика производит при температуре 40...50 °C и относительной влажности воздуха, достигающей 100%. При варке колера в воздух выделяются продукты неполного разложения сахара, обладающие раздражающим действием на слизистые оболочки глаз и верхние дыхательные пути.

Относительная влажность воздуха в моечных отделениях составляет более 70%, на участках безалкогольных напитков – 85%, на рабочем месте варщика сиропа – 95%, что обусловлено технологическим процессом. Скорость воздушного потока при этом также не соответствует гигиеническим нормам.

На технологических этапах приемки зерна и приготовления солода в воздух рабочей зоны выделяется зерновая пыль в концентрации, превышающей допустимое значение в 6 раз, а также споры микроорганизмов. Это является причиной профессиональных заболеваний органов дыхания работников: пневмокониозов, заболеваний слизистых оболочек глаз – конъюнктивитов, аллергозов органов дыхания – бронхов и легких. Здесь же имеет место превышение допустимого уровня шума на 5...15 дБА.

В процессах перегонки и ректификации спирта возможно попадание в воздух рабочей зоны побочных продуктов производства: метанола, пропанола, бутанола, диэтилового эфира, в концентрациях в 1,5...3 раза, превышающих допустимые. Эти

вещества действуют раздражающе на слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей работников, также возможны заболевания кожи.

В броидильных отделениях винодельческих предприятий содержание углекислоты превышает 2 мг/м<sup>3</sup>; при сульфитации сула и виноматериалов, при окулировании помещений и емкостей выделяется сернистый ангидрид, в спиртохранилищах – пары спирта. Причинами выделения в воздух вредных веществ являются нарушения герметичности оборудования и коммуникаций, промывка сивушных масел в открытых емкостях, отбор проб из аппаратов.

Комплексные линии по розливу вина, алкогольной и безалкогольной продукции в стеклянные бутылки характеризуются повышенным уровнем шума, который складывается из шума, производимого отдельными машинами (фасовочно-укупорочное оборудование) и шума бутылок, перемещающихся по конвейеру. На некоторых предприятиях уровень звука на рабочих местах бракеров и машинистов бутылкомоечных машин достигает 91 дБА, разливоукупорочных – 96 дБА, укладочных – 95 дБА, бракеражных автоматов – до 87 дБА. При этом в спектре шума преобладают высокочастотные составляющие.

Монотонность труда укладчиков-упаковщиков обусловлена недостаточной продолжительностью повторяющихся операций. Работа на бракераже кроме монотонности характеризуется перенапряжением зрительных анализаторов, что вызывает необходимость смены работниц на этом рабочем месте через каждые 2...3 часа.

Превышение норм физических нагрузок отмечается у транспортерщика по установке бутылок на пластинчатый транспортер к моечной машине и подноску ящиков с бутылками, а также у разнорабочих.

Главными причинами, определяющими профессиональные заболевания и производственный травматизм в организациях, являются:

- старение основных производственных фондов, износ которых на отдельных предприятиях достигает 70 % и более;

- сокращение капитального и профилактического ремонта промышленных зданий, сооружений, машин и оборудования;

- ухудшение контроля за технической безопасностью производств, сокращение служб охраны труда в организациях;

- ослабление трудовой, производственной и технологической дисциплины.

По данным Госкомстата России [1] за период с 1998 по 2002 год в организациях спиртовой, лике-

роводочной, винодельческой, пивоваренной и безалкогольной промышленности зарегистрированы 80 несчастных случаев, в результате которых погибли 85 работников и 235 несчастных случаев, при которых получили тяжелые травмы 254 работника.

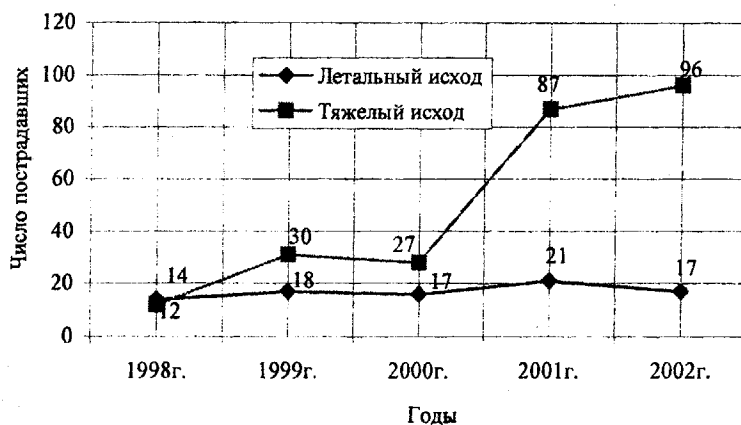


Рис. 1. Динамика числа пострадавших в организациях производства вина, алкогольной и безалкогольной продукции

Как видно из рис. 1, ежегодное число погибших колеблется от 12 до 21 работников. Число пострадавших с тяжелым исходом в 2001 и 2002 годах резко возросло. Однако этот факт может быть связан с улучшением системы учета случаев травмирования с тяжелым исходом.

За указанный период хотя бы один несчастный случай с летальным или тяжелым исходом был зарегистрирован в 69 субъектах Российской Федерации. Больше всего несчастных случаев отмечено в организациях г. Москвы (19 несчастных случаев с тяжелым исходом и 5 – с летальным) и Московской области (20 и 4 соответственно), а также Волгоградской (11 и 1), Новосибирской (10 и 1), Свердловской (9 и 2), Ульяновской (9 и 1), Тульской (8 и 3), Орловской (8 и 2), Пензенской (6 и 5) и Брянской (7 и 2) областей и Санкт-Петербурга (10 и 4). За указанный период погибли 12 женщин и 67 женщин получили тяжелые травмы.

В организациях спиртовой и ликероводочной промышленности погибли 39 работников и 97 работников были тяжело травмированы, в организациях безалкогольных напитков и пива также погиб-

ли 39 работников и 127 были тяжело травмированы, в организациях винодельческой промышленности 7 работников погибли и 30 получили тяжелые травмы.

В качестве научно-методической основы анализа травматизма принят многофакторный двухуровневый кодификатор информации о несчастных случаях на производстве и компьютерный банк данных “Производственный травматизм в АПК России” [2]. С помощью кодификатора мы преобразуем сведения о несчастных случаях в цифровые коды, а затем с использованием современных компьютерных технологий получаем информацию о состоянии травматизма.

Данные о количестве пострадавших работников при выполнении определенных видов работ приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение числа пострадавших по наиболее опасным видам работ

Виды работ	Всего	Исход травмы	
		летальный	тяжелый
<b>Виды работ, всего</b>	<b>339</b>	<b>85</b>	<b>254</b>
из них: транспортные перевозки	72	24	48
ремонт и наладка оборудования, машин	51	14	37
подъемно-транспортные и погрузочно-разгрузочные работы	45	6	39
техническое обслуживание машин, оборудования	32	7	25
мойка, чистка и дезинфекция технологического оборудования	20	5	15
дежурства	12	8	4
изготовление пива, безалкогольных напитков	11	2	9
расфасовка, укупорка, закатка продукции, упаковка изделий	11	1	10
управление производственными процессами	10	2	8
приготовление растворов соды, соли, сплава, канифоли	9	0	9
отделочные работы	6	0	6
работа на станочном оборудовании	5	1	4
маркировка, этикетировка изделий, подготовка тары	4	0	4
приемка, приемка-сдача, приемка-сортировка	4	0	4
механическая обработка древесины	4	0	4
ремонтно-строительные	4	0	4
перегонка и ректификация	3	2	1
варка сула	3	0	3
изготовление жестяных банок	3	1	2

Как следует из проведенного анализа, наиболее опасными видами работ являются транспортные перевозки, при выполнении которых 24 работника погибли (28 % от общего числа погибших), а 48 были тяжело травмированы (19 %). Среди работ общего характера наибольшую опасность травмирования представляет ремонт, наладка и техническое обслуживание машин и оборудования, подъемно-транспортные и погрузочно-разгрузочные работы, дежурства по охране производственных объектов.

Основные источники летальных и тяжелых травм представлены в таблице 2. Наибольшую опасность травмирования работников представляют мобильные машины и транспортные средства – 26% от общего числа травмированных. Технологическое оборудование является источником травм с летальным и тяжелым исходом только в 17 % случаев, что отличает рассматриваемые отрасли среди других в пищевом производстве.

Анализ обстоятельств несчастных случаев показывает, что травмоопасность технологического оборудования обусловлена наличием опасных производственных факторов, которые возникают при обслуживании производственного оборудования и ведении отдельных технологических и трудовых процессов. Причины, определяющие наличие опасных производственных факторов, различны. Это

несовершенство конструкций оборудования, применение некачественных материалов для изготовления деталей и узлов машин и аппаратов, отсутствие приспособлений и инструмента, а также несоответствие технологии нормативным требованиям охраны труда.

Велика доля прочих источников травматизма – 27%. В результате падений на поверхности из-за скользкого состояния полов или захламленности рабочих мест и проходов 4 работника погибли, а 17 были тяжело травмированы. В результате падений с высоты был тяжело травмирован 31 работник. При выполнении работ, связанных с использованием лестниц, в результате падений с них были тяжело травмированы 9 работников. В результате разбойных нападений были убиты 8 работников, а 4 получили тяжелые травмы.

Основные причины несчастных случаев представлены в таблице 3. Как показал анализ, основной причиной несчастных случаев с летальным и тяжелым исходом явились нарушения в организации трудового процесса (65 % пострадавших). Так, 9 января 2003 года была тяжело травмирована оператор моечной машины ОАО «Кадуийский винодельческий завод» Вологодской области. При очередной выгрузке бутылок из моечной машины АМЕ-6 произошел скол стекла с бутылки. Осколок попал в глаз оператора. В результате она получила

проникающее ранение роговицы с выпадением радужки правого глаза. При расследовании несчастного случая было установлено, что оператор была допущена к самостоятельной работе без соответ-

ствующего обучения охране труда, а также без средств индивидуальной защиты (защитных очков), что явилось причинами несчастного случая.

Таблица 2 – Распределение числа пострадавших по основным источникам травмирования

Источники травмирования	Всего	Исход травмы	
		летальный	тяжелый
<b>Мобильные машины и транспортные средства, всего</b>	<b>88</b>	<b>28</b>	<b>60</b>
в том числе: автомобили легковые	38	11	27
автомобили грузовые	21	8	13
автопогрузчики, электропогрузчики	13	3	10
краны автомобильные	4	3	1
автомобили-фургоны	4	0	4
<b>Технологическое оборудование, всего</b>	<b>56</b>	<b>14</b>	<b>42</b>
в том числе: бродильные танки	8	2	6
оборудование брожения, охлаждения и осветления	7	5	2
солодovorшители	6	1	5
машины выдува бутылок	4	0	4
брагоректификационный аппарат (в т.ч. БРА Германия)	3	3	0
розливо-укупорочные автоматы	3	0	3
бутылкомоечные машины	3	0	3
солодобродильная машина ВМ2-П	2	0	2
котел варочный	2	0	2
автоматы этикетировочные	2	0	2
<b>Другое оборудование, всего</b>	<b>48</b>	<b>11</b>	<b>37</b>
в том числе: ручной электрифицированный, пневматический инструмент	11	1	10
ленточные конвейеры	9	0	9
металлорежущие станки	5	0	5
оборудование трансформаторных подстанций, распределительных устройств	5	2	3
компрессорные установки, газовые баллоны	5	4	1
насосы и насосные станции	3	1	2
<b>Строительные конструкции, здания и сооружения, всего</b>	<b>47</b>	<b>8</b>	<b>39</b>
<b>Прочие источники, всего</b>	<b>88</b>	<b>20</b>	<b>68</b>
в том числе: место падения пострадавшего	21	4	17
щелочи, кислоты	19	1	18
емкость (для ГСМ), резервуар и др. емкости	13	2	11
орудия убийства	12	8	4
баллоны автомобильные, тракторные	4	0	4
перемещаемые грузы	4	0	4

Работа на неисправных машинах и оборудовании явилась причиной гибели 11 работников (13 %) и получения тяжелых травм 36 работниками (14 %). К основным неисправностям относятся следующие: отсутствие ограждений движущихся и вращающихся узлов и деталей машин и оборудования (30%); неисправность блокировки (10); неисправность топливной и контрольно-предохранительной аппаратуры (13%), в основном

на котлах. Технологические линии не всегда имеют средства предупреждения об опасности (световую и звуковую сигнализацию, знаки безопасности).

Опасные действия пострадавшего или других лиц стали причинами 21 % несчастных случаев. Таким образом, организационные причины производственного травматизма имеют наибольший удельный вес в анализируемых отраслях пищевой промышленности.

Таблица 3 – Распределение числа пострадавших по основным причинам несчастных случаев

Основные причины травмирования	Всего	Исход травмы	
		летальный	тяжелый
<b>Нарушения организации трудового процесса, всего</b>	<b>219</b>	<b>47</b>	<b>172</b>
из них: отсутствие контроля над безопасностью труда	88	18	70
отсутствие контроля над дисциплиной	28	17	11
допуск к работе без подготовки по охране труда	20	2	18
отсутствие средств индивидуальной или коллективной защиты	20	2	18
применение опасных технологических процессов и операций	9	0	9
допуск к работе лиц без соответствующей профессиональной подготовки	9	2	7
отсутствие нарядов-допусков	6	1	5
нарушение требований СНиП к помещениям и площадкам	5	0	5
нарушение периодичности контроля состояния здоровья работников	5	2	3
<b>Опасные действия пострадавшего или др. лица, всего</b>	<b>73</b>	<b>27</b>	<b>46</b>
<b>Неисправности машин и оборудования, всего</b>	<b>47</b>	<b>11</b>	<b>36</b>
из них: отсутствие ограждений движущихся и вращающихся деталей	14	1	13
неисправность топливной и контрольно-предохранительной аппаратуры	6	3	3
неисправность блокировок	5	1	4
прочие конструктивные недостатки	5	3	2
прочие неисправности машин и механизмов	17	3	14

Одним из направлений предупреждения производственного травматизма в организациях производства вин, алкогольной и безалкогольной продукции должно являться обеспечение безопасной организации трудового процесса, а именно:

- повышение профессиональной подготовки по охране труда работников, инженерно-технического персонала, работодателей;

- усиление контроля со стороны ответственных лиц за выполнением требований охраны труда, за обеспечением безопасности работающих и производства работ, соблюдением трудовой дисциплины.

Проведенный анализ условий труда и травматизма позволил разработать ряд мероприятий по предупреждению несчастных случаев и профессиональной заболеваемости.

Основной направленностью оздоровительных мероприятий на технологическом этапе приготовления солода является защита работников от зерновой пыли и патогенных микроорганизмов зерна и солода, которая обеспечивается механизацией операций разгрузки зерна, ликвидацией ручных операций, автоматизацией процессов, герметизацией оборудования, установкой в помещениях солодовен общеобменной приточно-вытяжной вентиляции с искусственным побуждением.

Мероприятия по профилактике отравления работников углекислым газом направлены на герметизацию бродительных емкостей и отведение в

атмосферу образующегося газа через специальные коммуникации. Бродительные цеха необходимо оборудовать общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией с удалением 2/3 вентилируемого воздуха из нижней зоны и 1/3 – из верхней зон помещения.

Перед началом работ в емкостях обязательно проведение контроля концентрации  $\text{CO}_2$  с помощью шахтных интерферометров. Выполнение работ внутри емкостей допускается только при соблюдении всех требований по безопасной организации работ с обязательной проверкой наличия и исправности средств индивидуальной защиты, инструментов, приспособлений и проведением инструктажа исполнителей с проверкой их умения пользоваться средствами индивидуальной защиты, знания безопасных приемов работы и методов оказания первой помощи пострадавшим.

Выделение в воздух паров этилового спирта связано с его высокой летучестью, а также конструктивными особенностями оборудования и коммуникаций, недостаточно герметичных. Выделение спирта в воздух усиливается в летнее время и на участках тепловой обработки. Основными мероприятиями по обеспечению нормативных условий труда в этой связи являются:

- использование закрытых резервуаров и контроль над их герметичностью;
- использование непрерывных технологических процессов вакуум дистилляции;
- сокращение перекачек водноспиртовых растворов;



- установка на емкостях спиртоловушек;
- использование схем автоматического оповещения о повышении загазованности.

Для уменьшения теплового воздействия в варочных отделениях целесообразно устройство воздушных душей, а вся аппаратура и трубопроводы должны иметь тепловую изоляцию.

Для снижения шума в отделениях мойки и разлива необходимо:

- использовать вибропоглощающие облицовки желобов, пластинчатых транспортеров, кассет, толкателей и других вибрирующих деталей бутылкомоечных машин или изготавливать их из современных материалов с большим коэффициентом потерь;

- аэродинамический шум от разливоукупорочных автоматов снижать с помощью глушителей на магистрали и применять резиновые трубки в металлической оплетке для сброса воздуха в общую магистраль;

- применять звукопоглощающие облицовки помещений перфорированными асбестоцементными листами;

- применять звукоизолирующие кожухи двигателей и редукторов и устанавливать их на виброизолирующие опоры.

Тепловые установки, работающие под давлением менее 0,07 МПа, подлежат своевременному техническому освидетельствованию в соответствии с инструкцией, утвержденной главным инженером предприятия. Разварники, варочные колонны, выдерживатели должны снабжаться контрольно-регулирующей аппаратурой в соответствии с паспортом установки.

Помещения перегонки и ректификации спирта, обработки вино материалов, спиртоотпускных и спиртоприемных отделений должны оборудоваться средствами автоматического пожаротушения, автоматической сигнализацией и аварийной вентиляцией.

Для исключения нарушения герметичности брагоперегонных и ректификационных аппаратов и разрушения центрифуг проводить виброизоляцию и балансировки, применять виброгасящие основания.

Столы загрузки бутылкомоечных машин, автоматы выемки и укладки необходимо снабжать фотоэлектрической блокировкой. Обязательна

блокировка пускателя насоса подачи каустической соды или привода задвижки с дверцей бутылкомоечной машины.

В комплексе мер по созданию здоровых и безопасных условий труда работников немаловажное значение имеет реализация федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации об охране труда.

За прошедшее время произошло значительное обновление законодательной и нормативной базы охраны труда. Приняты новые законы, постановления Правительства, другие нормативные правовые акты, в том числе Правила по охране труда при производстве спирта, водки, коньяка, вин, пива и соков ПОТ РО 011-2003, утвержденные приказом Минсельхоза России от 20 июня 2003 г. № 892 (зарегистрирован в Минюсте России 20 июня 2003 г., регистрационный № 4798).

Правила устанавливают основные государственные нормативные требования в области охраны труда, направленные на предупреждение производственного травматизма, общих и профессиональных заболеваний работников.

Требования охраны труда, содержащиеся в Правилах, распространяются на все организации независимо от их организационно-правовых форм и обязательны для исполнения при осуществлении любых видов деятельности на территории Российской Федерации, в том числе при эксплуатации объектов, конструировании машин, механизмов и другого оборудования, разработке технологических процессов, организации производства и труда.

1 Производственный травматизм в Российской Федерации в 2002 году [Текст] - М.: Госкомстат России, 2003. - т.1. - 132 с.

2. Производственный травматизм в АПК Российской Федерации // Банк данных. Каталог. - М.: - Информатротех, 1999.

**УДК 658.382.3(075)621**

## **ЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ АТТЕСТАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

*Кулаков Д.А. аспирант*

*Орловский государственный технический университет, Россия, Орел*

Одним из наиболее важных социальных аспектов существования государства является обес-

печение безопасных условий труда на рабочем месте. Актуальность данной проблематики определяется тем фактом, что ежегодно в России гибнут сотни, а получают травмы сотни и тысячи работников. Анализ обстоятельств несчастных случаев показывает, что травмы, профессиональные и простудные заболевания работники получают из-за неудовлетворительного состояния условий труда на рабочих местах. Одним из способов повышения безопасности труда, его комфортности является аттестация рабочих мест [1]. Именно аттестация рабочих мест по условиям труда с использованием инструментального контроля, автоматизированных систем аттестации и обработки ее результатов представляющая собой комплексный системный анализ условий труда с целью разработки конкретных оздоровительных мероприятий, должна стать ключом к решению проблемы профилактики профессиональных заболеваний и травматизма. Вместе с тем, предварительный анализ аттестационных и сертификационных работ выявил определенные недостатки, которые сдерживают ее проведение. К ним, в первую очередь, относятся методическая сложность процедуры аттестации; большая трудоемкость работ по аттестации рабочих мест; отсутствие эффективных методов и методик применения информационных технологий и средств вычислительной техники.

Нормативной основой проведения аттестации рабочих мест по условиям труда являются:

-гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса (Руководство Р.2.2.755-99);

-стандарты системы безопасности труда (ССБТ), санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы.

Оценка травмобезопасности проводится путем проверки соответствия производственного оборудования, приспособлений и инструмента, а также обучения и инструктажа требованиям нормативных правовых актов (ГОСТ 50911-96); «Рекомендации по совершенствованию технической оснащённости ремонтных мастерских и предупреждению травматизма при ремонте сельскохозяйственной техники» [2].

Оценка обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты осуществляется согласно типовым отраслевым нормам бесплатной выдачи рабочим и служащим спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты.

Таким образом, оценка фактического состояния условий труда на рабочем месте состоит из оценок по степени вредности, опасности, травмобезопасности, обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты, а также эффективности этих средств.

Аттестация рабочих мест по условиям труда в Российской Федерации проводится в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации №843 от 26.08.1995 года «О мероприятиях по улучшению условий труда». В соответствии с «Положением о порядке проведения аттестации рабочих мест по условиям труда», утвержденным постановлением Минтруда № 12 от 14.03.1997 г. исследование и аттестация рабочих мест проводилась с выполнением следующих этапов;

-изучение характера и условий труда на рабочих местах;

-составление перечня оборудования и планировки рабочих мест;

подбор нормативно технической документации по безопасности жизнедеятельности;

-разработка логической схемы программного обеспечения аттестации рабочих мест по условиям труда;

-разработка формы протокола автоматической аттестации условий труда;

-проведение аттестации и заполнение протоколов аттестации.

Одним из шагов при создании системы автоматизированной аттестации рабочих мест являлась разработка логической схемы программного обеспечения [3]. Логическая схема начиналась с постановки цели программного обеспечения, а именно получение по результатам комплексного анализа;

А – автоматического вывода одного из результатов аттестации;

1.1 Рабочее место аттестовано:

1.2 Рабочее место аттестовано

условно:

1.3 Рабочее место не аттестовано.

Б – автоматическое помещение результатов аттестации рабочих мест по условиям труда рабочего места в «Карту аттестации рабочих мест по условиям труда».

Для достижения поставленной цели была разработана логическая схема построения программного обеспечения, состоящая из следующих этапов;

1. Осуществляется кодировка объектов аттестации;

- присваиваются коды организациям агропромышленного комплекса; 001, 002, 003 и т.д. по числу предприятий;

- присваиваются коды структурным подразделениям (цехам, видам производства и т.д.): 001, 002, 003 и т. д.;

- присваиваются коды следующим структурным подразделениям, входящих в предыдущие

Таблица 1 – Кодировка рабочего места ремонтно – технического предприятия

Наименование предприятия	Код	Наименование цеха	Код	Наименование отделения	Код	Наименование рабочего места	Код
	001		005		100		03

Таблица 2 – Список аттестуемых рабочих мест

Наименование отделения	Наименование рабочего места	Номер рабочего места	Код рабочего места
Термическое	Термическая печь	03	03100005001

Таблица 3 – Форма протокола аттестации

Фактор условия труда	Код фактора	Оценка фактора по условию труда		Рекомендации и мероприятия
		Оценка	Вывод	
1	2	3	4	5
Раздел 3.1 Требования к безопасности оборудования				
(пример) Опасные зоны и элементы оборудования	401	Требования соблюдаются	Соответствует	

подразделения, на пример, отделениям, участкам, отделениям, участкам – 100, 200, 300 и т. д.4

- присваиваются порядковые номера каждому рабочему месту в виде двузначного числа: 01, 02, 03 и т. д..

Каждому рабочему месту присваивается одиннадцатизначный код, состоящий из 4-х групп цифр:

- первая группа – номер рабочего места;

- вторая группа цифр – номер участка или отделения (код);

- третья группа цифр – номер цеха или вида производства (код);

- четвертая группа цифр – номер организации (код).

После этого составляются таблицы 1 и 2.

2. Осуществляется разработка формы протокола.

В названии протокола указывается код и наименование рабочего места, а данные аттестации рабочих мест заносятся в таблицу 3.

3. Производится кодировка условий труда: для опасных факторов устанавливаются коды, начиная с числа 400, для гигиенических факторов – начиная с числа 339, для организационных факторов – начиная с числа 500.

4. Производится кодирование результата аттестации «**требование соблюдается**», который автоматически заносится в графу 3 формы протокола (Таблица 3).

5. Далее производится кодирование трех вариантов вывода по результатам оценки фактора:

5.1 «**Соответствует**»;

5.2 «**Соответствует не полностью**»;

5.3 «**Не соответствует**».

Эти выводы заносятся в графу 4 протокола аттестации.

6. Далее производится кодирование двух вариантов предполагаемых мероприятий:

6.1 «**Включено в план мероприятий**»;

6.2 «**Исправлению не подлежит**».

Эти выводы заносятся в графу 5 протокола аттестации.

7. Формируется раздел протокола аттестации «**ВЫВОДЫ**».

В раздел протокола **ВЫВОДЫ** следует:

а) по каждому из разделов аттестации сформировать и внести в протокол наименования и коды тех факторов условий труда (графа 1 протокола), против которых в графе 4 указано: «**соответствует не полностью**», или «**не соответствует**»;

б) то же самое сделать по каждому виду оборудования, по которому выявлены недостатки (против которых в графе 4 протокола аттестации указано: «**соответствует не полностью**», или «**не соответствует**»).

8 На основании анализа результатов аттестации формируется один из трех выводов:

**8.1 КЛАСС УСЛОВИЙ ТРУДА: I - ОПТИМАЛЬНЫЕ** (если в графе 4 таблицы протокола по всем факторам условий труда указано "соответствует");

**8.2 КЛАСС УСЛОВИЙ ТРУДА: II - ДОПУСТИМЫЕ** (если в графе 3 таблицы протокола указано «**требование не соблюдается**», а в графе 5 нигде не указано «**исправлению не подлежит**»);

**8.3. КЛАСС УСЛОВИЙ ТРУДА: III - ОПАСНЫЕ** (если хотя бы один раз в графе 5 таблицы протокола указано «**исправлению не подлежит**»).

9. Делается один из трех вариантов окончательных выводов по результатам аттестации:

9.1 Рабочее место **АТТЕСТОВАНО** (если класс условий труда I);

9.2 Рабочее место **АТТЕСТОВАНО УСЛОВНО** (если класс условий труда II);

9.3 Рабочее место **НЕ АТТЕСТОВАНО** (если класс условий труда III).

10. Далее формируется протокол аттестации и выводится на печать для пользователя (по его запросу) по одному из полученных выводов 9.1, 9.2, 9.3 по заданной форме:

10.1 Рабочее место (код \_\_\_\_\_) **АТТЕСТОВАНО**

10.2 Рабочее место \_\_\_\_\_ (код \_\_\_\_\_) **АТТЕСТОВАНО УСЛОВНО** при условии исправления замечаний по факторам

\_\_\_\_\_ (указываются номера и наименования негативных факторов из граф 1 и 3 таблицы протокола, по которым в графе 5 таблицы протокола указано «включено в план мероприятий») или

10.3 Рабочее место \_\_\_\_\_ (код \_\_\_\_\_) **НЕ АТТЕСТОВАНО**, подлежит списанию из-за опасных факторов: \_\_\_\_\_

(указываются номера и наименования опасных факторов из граф 1 и 3 таблицы протокола, по которым в графе 5 таблицы протокола указано «исправлению не подлежит»)

1. Рекомендации по аттестации рабочих мест на соответствие требованиям охраны труда на предприятиях технического сервиса МТПю – М.ФГНУ «Росинформатех», 2002. – 324 с.

2. Комплект методик инструментального контроля условий труда при аттестации рабочих мест и сертификации работ при техническом сервисе тракторов и сельхозмашин. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 340 с.

3. Кулаков Д.А. Оценка условий труда в образовательных учреждениях [Текст] / В. Г. Еремин, В. В. Сафронов, М. В. Родичева, И. В. Еремина, Д. А. Кулаков. – Орел, изд. А. Воробьев, 2003. – 108 с.

УДК 658.382.3(075)621

## РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ СХЕМЫ БАЗЫ ДАННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ АТТЕСТАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

*Савина О.А., доктор экономических наук,  
Чернышев В.И., доктор технических наук,  
Кулаков Д.А., аспирант  
Орловский государственный технический университет, Россия, Орел*

Целью разработки автоматизированной системы «Аттестации рабочих мест по условиям труда» на предприятиях агропромышленного комплекса является обеспечение требований безопасности жизнедеятельности на рабочих местах путем компьютерной аттестации соответствия факторов условий труда нормам и правилам охраны труда.

Автоматизированная система позволяет формировать следующий пакет отчетной документации: протокол и карту аттестации условий труда рабочих мест предприятия. Система предоставляет пользователю удобный интерфейс, дает возможность формирования баз данных, значительно сокращает время на подготовку и проведение самой аттестации, а также на оформление отчетной документации.

Основой автоматизированной системы является база данных, которая представляет собой совокупность таблиц и связей между ними. Концептуальная схема базы данных представлена на рисунке 1.

Поясним сущности, составляющие эту схему.

1. Сущность «Тип предприятия». Она обозначает список типов предприятий агропромышленного комплекса.

2. Сущность «Вид деятельности» – вид деятельности, осуществляемого предприятием.

3. Сущность «Структурное подразделение» – структурное подразделение предприятия, рабочие места которого подлежат сертификации.

4. Сущность «Оборудование» – оборудование, находящееся на рабочих местах того или иного структурного подразделения

5. Сущность «НПА». Представляет собой перечень нормативных правовых актов содержащих специальные требования безопасности к оцениваемому оборудованию.

6. Сущность «Факторы безопасности» – факторы безопасности труда.

7. Ассоциативная сущность «Факторы - оборудование», служащая для связи между сущностями «Факторы безопасности» и «Оборудование». При помощи этой сущности реализуется связь «многие ко многим».

8. Ассоциативная сущность «НПА - оборудование», служащая для реализации связи «многие ко многим» между сущностями «Нормативно-правовые акты» и «Оборудование»

9. Ассоциативная сущность «СП-Оборудование», служащая для связи между сущностями «Структурное подразделение» и «Оборудование». При помощи этой сущности также реализуется связь «многие ко многим».

Одним из основных этапов при проектировании любой информационной системы является выбор средств ее реализации. При создании базы данных необходимо выбрать одну из существующих систем управления базами данных (СУБД). Сформулируем основные требования к СУБД, с точки зрения создания автоматизированной системы:

поддержка реляционной модели баз данных;

поддержка стандарта SQL (Structured Query Language);

достаточное быстродействие;

достаточная надежность.

Вышеперечисленным требованиям в полной мере отвечает система InterBase 6. Кроме того, данная система обладает рядом других достоинств:

поддержка архитектуры «Клиент/Сервер»;  
 наличие средств оптимизации производительности сервера (настройки, статистика);  
 автоматическая оптимизация запросов;  
 возможность создания хранимых процедур и представлений;  
 наличие драйвера ODBC, обеспечивающего связь баз данных с клиентскими приложениями;  
 - полный контроль транзакций, придающий системам, построенным на архитектуре клиент-сервер большую надежность;

- совместимость с операционными системами Linux и Solaris. Данное свойство представляется очень важным. Так как в случае перехода предприятия, в которое внедрена информационная системы на другую платформу отпадает необходимость заново создавать БД;  
 - архитектура SuperServer.

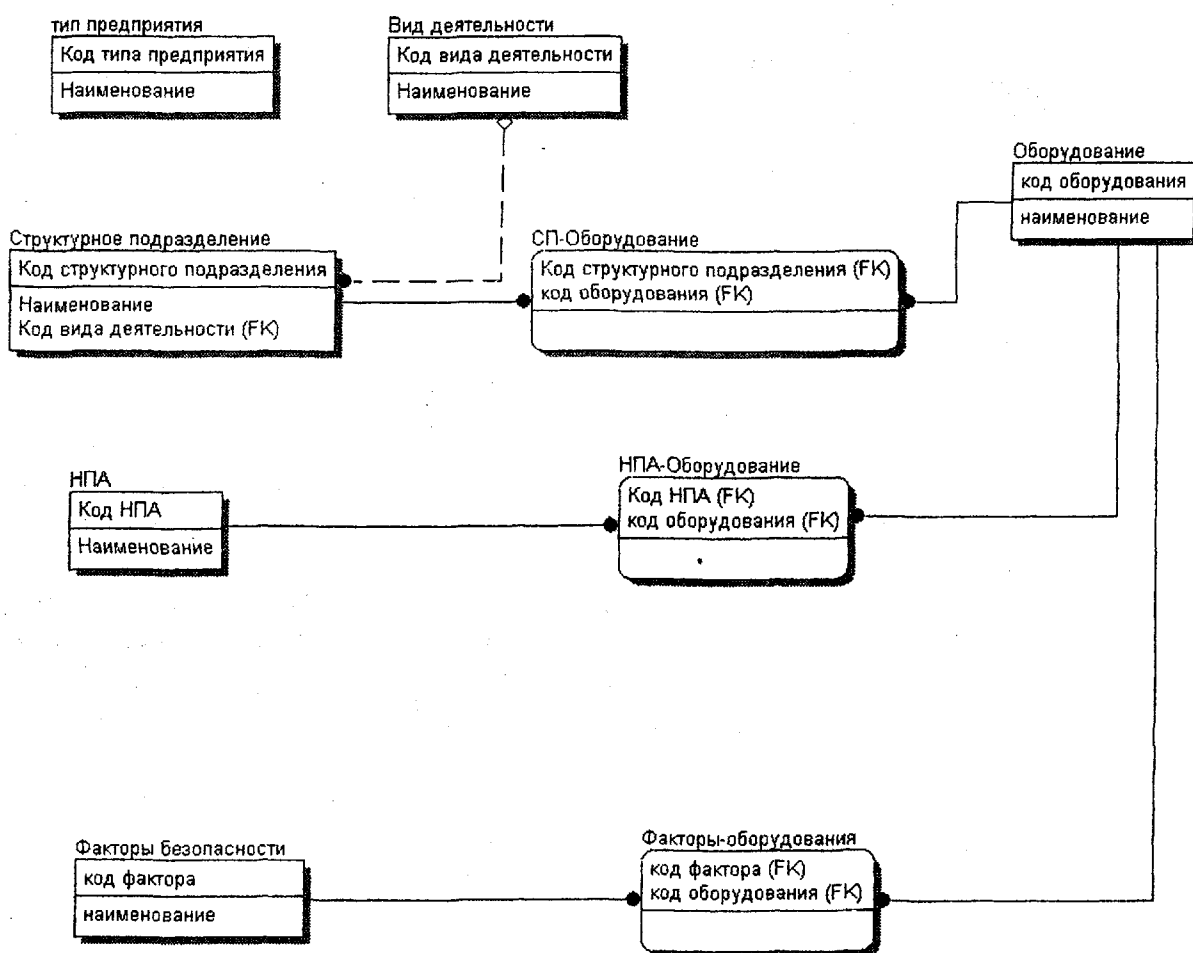


Рис. 1. Концептуальная схема базы данных

Ответственные за выпуск

Кулаков А.Ф., Кузнецова Е.А., Цымай,

**Известия ОрелГТУ. Серия «Легкая и пищевая  
промышленность». 2006. - № 5-6. 118 с.**

---

Редактор А.Ф. Кулаков,

Технический редактор Д.В.Цымай

Лицензия № ИД 00670 от 05.01.20

Подписано в печать :

Формат 69×90/8.

Бумага офсетная.

Печать ризография.

Гарнитура «Таймс».

Усл.печ.л. 12,5.

Тираж 500 экз.

Заказ № 41/07по

Отпечатано с готового оригинал-макета в

типографии ОрелГТУ,

302030, г.Орел, ул. Московская, 65.