

хранение и переработка

ЗЕРНА

научно-практический журнал

№2 (179)
февраль 2014

www.hipzmag.com

ПОСМОТРИ В ГЛАЗА КАЧЕСТВУ



Зерновая
СТОЛИЦА

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Бутковский В.А. (Москва)
Васильченко А.Н. (Киев)
Ган Е.А. (Астана)
Дмитрук Е.А. (Киев)
Дробот В.И. (Киев)
Жемела Г.П. (Полтава)
Капрельянец Л.В. (Одесса)
Кирпа Н.Я. (Днепропетровск)
Ковбаса В.Н. (Киев)
Кожарова Л.С. (Москва)
Кругляк В.И. (Днепропетровск)
Лебедь Е.М. (Днепропетровск)
Присянник А.В. (Днепропетровск)
Пухлий В.А. (Севастополь)
Ткалич И.Д. (Днепропетровск)
Фабрикант Б.А. (Москва)
Цыков В.С. (Днепропетровск)
Чурсинов Ю.А. (Днепропетровск)
Шаповаленко О.И. (Киев)
Шемавнев В.И. (Днепропетровск)

Главный редактор

Рыбчинский Р.С. chief@apk-inform.com
 zerno@apk-inform.com

Подписка/реклама

Ткаченко С.В. zerno2@apk-inform.com

Техническая группа

Чернышева Е.В., Щенёв В.С., Гречко О.И.

Материалы печатаются на языке оригинала. Точка зрения авторов может не совпадать с мнением редакции. Редакция не несет ответственности за достоверность информации, опубликованной в рекламе (материалы, обозначенные знаком ®, печатаются на правах рекламы). Перепечатка материалов, опубликованных в журнале, допускается только по согласованию с редакцией. Научно-практические материалы печатаются по решению ученого совета Института зернового хозяйства НААН Украины № 16 от 14 сентября 2001 г. Внесен в Высшую аттестационную комиссию по техническим наукам (постановление президиума ВАК Украины от 23.02.2011 г. №1-05/2)

Адрес для переписки:

Абонентский ящик №591,
 г. Днепропетровск, 49006, Украина

Адрес редакции:

ул. Чичерина, 21, г. Днепропетровск, 49006 Украина
 тел/факс: +380 56 370-99-14
 +380 562 32-07-95
 e-mail: zerno@apk-inform.com

**Основатель и издатель
 ООО ИА «АПК-Информ»**

Год основания: 31.01.2000
 Украина, г. Днепропетровск, ул. Чичерина, 21
 Свидетельство о государственной регистрации
 КВ 17842-6692ПР
 Изготовитель: ДП «АПК-Информ»,
 г. Днепропетровск, ул. Ленинградская, 56

Подписной индекс в каталоге «Укрпошта» - 22861

Подписано в печать 22.02.14
 Формат 60x84 1/8. Тираж 2 000 экз.
 Печать офсетная, отпечатано на полиграфическом комплексе ИА «АПК-Информ»

СОДЕРЖАНИЕ

ОТРАСЛЕВЫЕ НОВОСТИ

ЗЕРНОВОЙ РЫНОК

Обзор внебиржевого рынка зерновых Украины..... 5
 Рынок продуктов переработки зерна Украины 6
 Обзор рынка зерновых России..... 7
 Рынок продуктов переработки зерна России..... 8

ТЕМА

Рынок украинской пшеницы: в поисках предложений 10
 Российский рынок пшеницы: по ценовой лестнице вверх..... 11
 Замкнутый круг автомобильных перевозок зерна..... 14

МНЕНИЕ

В России с 2011 года идет кукурузная революция – Владимир Петриченко..... 16

РАСТЕНИЕВОДСТВО

Спектрометричний моніторинг агробіологічного та фітосанітарного стану сільськогосподарських угідь 17

ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ И СУШКИ

Тенденции развития технологий и технических средств для сепарации зерновых материалов 22
 Вітчизняні зерносушарки: стан та перспектива 25
 Пути совершенствования технологии активного вентилирования 29

ТЕХНОЛОГИИ ЗЕРНОПЕРЕРАБОТКИ

Совершенствование переработки проса в пшено шлифованное 32
 Перспективные технологические решения производства макаронной муки из зерна тритикале, и применение продуктов его переработки при изготовлении макаронных изделий..... 34
 Розширення асортименту вівсяних харчових продуктів..... 38
 Альтернативна методика розрахунку аеродинамічного опору фільтрів..... 40
 Обзор зернодробарок..... 42
 Расходомер сыпучих материалов SlideControl для аэрожелобов..... 44

ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОПЕЧЕНИЯ

Виробничі стратегії та концепції організації міні-виробництва 46

НАУЧНЫЙ СОВЕТ

Порівняльна характеристика солодів, одержаних із ярого і озимого ячменю 48
 Исследования процесса образования N-нитрозодиметиламина в процессе сушки пивоваренного солода 50

СОБЫТИЕ

Украинские компании в сфере кормопроизводства заинтересованы в соблюдении международных стандартов по безопасности кормов 54
 Зернові технології – інноваційні рішення в зерновому господарстві 55

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Готуємо висококваліфікованих фахівців для харчової галузі 56

■ Исследования процесса образования N-нитрозодиметиламина в процессе сушки пивоваренного солода

Шутюк В.В., кандидат технических наук, Бессараб А.С., кандидат технических наук, Василенко С.М., доктор технических наук, Ковбаса В.Н., доктор технических наук, Национальный университет пищевых технологий

В статье рассмотрены вопросы образования канцерогенных веществ при производстве пива. Показано, что основным технологическим процессом, влияющим на накопление N-нитрозодиметиламина в пиве, является сушка пивоваренного солода. Определяющим фактором, влияющим на содержание N-нитрозодиметиламина в солоде, является концентрация диоксида азота на входе в слой солода. Более интенсивное поглощение диоксида азота наблюдалось во время первой стадии (постоянной скорости) сушки, что объясняется наличием в солоде большого количества свободной влаги – хорошего поглотителя диоксида азота. На интенсификацию процессов образования N-нитрозодиметиламина в солоде наибольшее влияние оказывает концентрация диоксида азота в сушильном агенте, что отмечено во всех опытах.

Ключевые слова: N-нитрозодиметилмин, сушка, солод, сушильный агент.

Введение

Технологии производства многих пищевых продуктов предусматривают введение в сырье и полупродукты различных химических веществ, а также сложную тепловую обработку. При этом реактивы, добавки и другие образующиеся вредные вещества, оставаясь порой в готовых продуктах даже в ничтожных концентрациях, оказывают на организм человека токсичное и канцерогенное воздействие.

Поскольку канцерогенные вещества могут стать причиной злокачественных новообразований в организме человека, исключение загрязнения ими пищевых продуктов является серьезной проблемой, требующей решения [3]. Среди таких вредных веществ особо выделяются канцерогенные нитрозамины НА, обнаруженные в 70-х годах XX ст. с помощью термохемилюминесцентного метода [6].

До настоящего времени поступление НА в организм человека с различными напитками [1] не учитывается. Впервые НА в пиве

были выявлены в 1979 г. в ФРГ. Исследованиями установлено, что в пиве находится, главным образом, N-нитрозодиметиламин НДМА, обнаруженный при контроле 70-75% образцов светлых и 80-100% темных сортов пива.

НДМА – сильнодействующее канцерогенное вещество, включенное среди прочих нитрозосоединений Международным агентством по изучению рака в число соединений, канцерогенные свойства которых не вызывают сомнений [1, 3, 7, 8].

Многочисленные пробы пива в 35 странах мира выявили содержание в продукте преимущественно НДМА, причем случилось в достаточно высоких (до 68 мкг/л) концентрациях. Анализ содержания НДМА в ходе технологического процесса производства пива показал, что его накопление (до 300 мкг/кг) происходит на этапе сушки солода с использованием газо-воздушного носителя, имеющего в своем составе оксиды азота [7, 8].

Анализ научных работ дал возможность определить средние показатели потребления НА на душу населения с продуктами в различных регионах мира. В Германии, например, среднестатистический житель потребляет 7-10 мкг НА в неделю [2].

■ **Таблица 1. Средние показатели потребления пива и сока на душу населения в некоторых странах мира, л/год (2011 г.)**

Страна	Пиво	Сок
Чехия	122,8	-
Австрия	108,2	36
Германия	107,6	39,8
Ирландия	101,1	-
Финляндия	91,5	25
Словения	84,3	29,52
Австралия	81,9	-
США	76,6	40
Британия	71,6	19,7
Россия	65,3	20,3
Украина	65,2	11,8
Китай	33,3	-

На основании того, что вносимые с пивом НА составляют значительную часть общего потребления НА человеком, в ряде стран рекомендованы предельные значения НДМА в солоде и пиве. Эти значения не являются научно обоснованными. Они определяют возможный минимум потребления НА с пивом. Их удельная доля довольно высока – 64% [4, 5].

В Украине изучение содержания НА в пищевых продуктах проводится с 1969 г. Первые образцы пива были исследованы в 1979 г., тогда же были выявлены в них НДМА.

Объекты и методы исследований

В ходе исследований обеспечивались режимы сушки, характерные для сушилок типа ЛСХА, одноярусных и аппаратов по производству солода совмещенным способом (табл. 2).

Концентрация оксидов азота в сушильном агенте, представ-

■ **Таблица 2. Длительность процесса сушки солода**

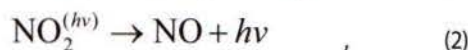
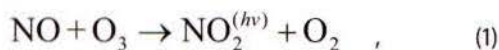
Вариант	Длительность сушки при температуре сушильного агента, ч			Общая длительность сушки, ч
	55°C	65°C	85°C	
1	5	3	2,5+1,5*	12
2	10	6	4	20
3	18	8	4	30

* Переход с 65°C до 85°C

ляющая практический интерес, составляла повариантно: 0,1; 0,3; 0,6 мг/м³. В процессе экспериментов измерялись и контролировались следующие параметры:

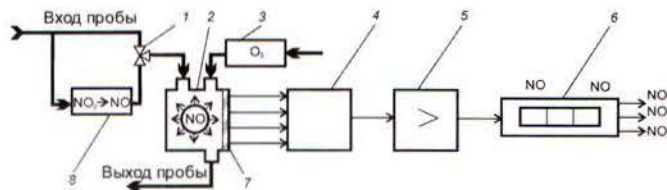
- расход сушильного агента;
- температура сушильного агента под слоем солода и на выходе из него;
- влажность нижнего и верхнего слоев солода;
- концентрация оксидов азота под слоями солода и на выходе из него;
- количество сырого и сухого солода, высота его слоя;
- содержание нитритов, нитратов и НДМА в нижнем и верхнем слоях солода.

Концентрацию оксидов азота измеряли с помощью газоанализатора типа 645 ХЛ 20 (рис.), в основу работы которого положен хемилюминесцентный метод. Сущность его состоит в том, что реакция оксида азота NO с озоном O₃ приводит к получению возбужденной молекулы диоксида азота NO₂^(hv), в результате чего возникает люминесценция:



где hv – условное обозначение фотона света, выделяемого при люминесценции.

Детектируемое излучение регистрируется фотоэлектронным умножителем ФЭУ, и по величине выходного тока рассчитывается концентрация NO в анализируемой пробе. Для определения концентрации NO₂, который наряду с NO присутствует в сушильном агенте, необходимо предварительно преобразовать NO₂ в NO. Диоксид азота восстанавливается в конвертере с помощью катализатора, нагретого до температуры +200°C. Так как в этом режиме детектируется излучение от суммарной концентрации оксидов азота, концентрация NO₂ определяется из разности между значением электрического сигнала, пропорционального концентрации суммы оксидов NO₂ и соответственно NO.



Блок-схема работы газового анализатора 645 ХЛ 20:

1 – пневмоэлектрореле; 2 – реакционная камера; 3 – генератор озона; 4 – фотоэлектронный умножитель; 5 – усилитель; 6 – блок регистрации и обработки информации; 7 – оптический светофильтр; 8 – термокаталитический конвектор NO₂->NO

Содержание нитратов в пробах устанавливали по методике согласно ДСТУ 4948:2008 «Фрукты, овощи и продукты их переработки. Методы определения содержания нитратов». Для определения N-нитрозаминов использовали методические указания контроля МУК – 4.4.1.011-93 «Определение летучих N-нитрозаминов в продовольственном сырье и пищевых продуктах». (Утв. Госкомсанэпиднадзором РФ 22.12.1993). Количественно НДМА в пробе определяли с помощью стандартного раствора НДМА.

Отбор проб производился в верхнем и нижнем слоях солода. Концентрации нитритов, нитратов и НДМА определяли в каждой пробе отдельно. По окончании сушки весь солод перемешивали для определения средних показателей.

Для оценки загрязнения атмосферного воздуха оксидами азота замеряли концентрацию оксидов в нем, которая состави-

ла 0,02-0,08 мг/м³. В часы пик в результате интенсивной работы транспорта концентрация NO_x повышалась до 0,1-0,12 мг/м³, а концентрация NO₂ не превышала 0,05 мг/м³. Отобранные на промежуточных этапах сушки образцы досушивались нагретым в электрокалорифере атмосферным воздухом, концентрация NO_x в котором не превышала 0,02 мг/м³.

Вследствие некоторого колебания концентрации NO_x в окружающей среде во время сушки корректировали дозирование NO₂ в сушильный агент. При заданном расходе сушильного агента V (м³/ч), концентрация NO₂ в сушильном агенте на входе в слой и на выходе из слоя рассчитывалось содержание NO₂:

- введенное в слой в единицу времени из расчета на 1 кг солода, мг/ч:

$$C_{NO_2} = \frac{1}{Gc} C_{NO_2}^{BX} V ; \quad (3)$$

- поглощенное 1 кг солода в единицу времени, мг/ч:

$$G_{NO_2}^{ПОГЛ} = (C_{NO_2}^{BX} - C_{NO_2}^{ВЫХ}) V ; \quad (4)$$

- введенное в слой за весь период сушки из расчета на 1 кг солода, мг:

$$\bar{C}_{NO_2} = \frac{1}{Gc} \int_0^{t_n} C_{NO_2}^{BX} V \tau d\tau ; \quad (5)$$

- поглощенное 1 кг солода за весь период сушки, мг:

$$\bar{G}_{NO_2}^{ПОГЛ} = \frac{1}{Gc} \int_0^{t_n} (C_{NO_2}^{BX} - C_{NO_2}^{ВЫХ}) V \tau d\tau . \quad (6)$$

Поскольку NO содержится в атмосферном воздухе, фиксировалась концентрация в сушильном агенте с целью выяснения влияния на образование НДМА в солоде.

Результаты и их обсуждение

Результаты экспериментов приведены в табл. 3, где представлены параметры сушки солода в течение 20 ч без дозирования оксидов азота в сушильный агент и с таким дозированием.

Результаты экспериментов свидетельствуют о том, что на лабораторной установке воспроизведен процесс сушки, характерный для реальных условий. Это следует из зависимостей изменения температуры и влажности во времени, а также хорошего качества солода.

Установлено, что содержащийся в сушильном агенте NO проходит сквозь солод, практически им не поглощаясь. Некоторое изменение концентрации NO в сушильном агенте на выходе из слоя, как правило, в заключительный период сушки, можно объяснить частичным восстановлением NO₂, окислением азота воздуха в период повышения температуры сушильного агента и менее интенсивной сорбцией NO₂ слоем солода при относительно низкой его влажности.

Изменение концентрации NO₂ в сушильном агенте при прохождении его сквозь слой солода свидетельствует о его поглощении последним. Более интенсивное поглощение NO₂ наблюдалось во время первой стадии сушки, что объясняется наличием в солоде большого количества свободной влаги – хорошего поглотителя NO₂. В этот период NO₂ поглощается по всей высоте слоя. Движущей силой при этом является разность концентраций NO₂ в сушильном агенте и на поверхности солода.

Во второй стадии сушки, когда влажность солода меньше максимальной гигроскопической, зона испарения влаги перемещается внутрь зерен, и интенсивность поглощения NO₂ снижается. Во время отсушки интенсивность поглощения NO₂ не-

значительна, что объясняется небольшим содержанием влаги в слое. Незначительное увеличение разности концентраций NO₂ в сушильном агенте во время его прохождения сквозь слой солода в конце сушки не свидетельствует об увеличении интенсивности поглощения NO₂ слоем солода в этот период и объясняется частичным его восстановлением до NO, что подтверждается некоторым увеличением концентрации NO на выходе сушильного агента из слоя солода.

В первой стадии сушки впитывается до 85% NO₂, поглощенного солодом за весь период сушки. При длительности сушки 12, 20 и 30 ч этот период составляет соответственно первые 7-9, 12-14 и 17-19 ч.

Количество поглощенного NO₂ составляет 35-50% от общего количества, введенного в слой за весь период сушки. Поглощение осуществляется влагой с образованием азотистой кислоты HNO₂ и продуктов ее распада. Это подтверждается ростом концентрации нитритов и нитратов в солоде во время его сушки.

Проследивая динамику изменения нитритов и нитратов в солоде, следует отметить, что свежепросошенный солод содержал нитриты и нитраты в количестве 1-7 мг/кг. Это объясняется их попаданием в солод с технологической водой во время замачивания и с атмосферным воздухом – в период солодоращения. В процессе сушки солода растет концентрация нитритов и нитратов, причем интенсивность их накопления повышается с увеличением концентрации NO₂ в сушильном агенте на входе в слой. Концентрация нитритов и нитратов в высушенном солоде составляла 2-9 мг/кг. Содержание нитритов было в 4-5 раз меньше, чем нитратов, что объясняется неустойчивостью первых. Концентрация нитритов и нитратов в солоде на несколько порядков превышает значения, необходимые для образования НДМА в недопустимо высоких концентрациях (мкг/кг). При увеличении концентрации нитритов и нитратов в солоде отмечалось повышение содержания и НДМА.

На интенсификацию процессов образования НДМА в солоде наибольшее влияние оказывает концентрация NO₂ в сушильном агенте, что отмечено во всех опытах. Увеличение концентрации NO₂ в сушильном агенте с 0,1 до 0,6 мг/кг приводит к возрастанию концентрации НДМА в солоде в 6-7 раз. Содержание НДМА в солоде при этом достигает 8-15 мкг/кг (табл. 3) и находится на грани требований «Державних санітарних норм та правил «Медичні вимоги до якості та безпечності харчових продуктів та продовольчої сировини» Приказ МОЗ України №1140 от 29.12.2012.

Результаты сушки солода, приготовленного с применением дистиллированной воды, атмосферным воздухом без дозирования оксидов азота в сушильный агент показывают, что, тем не менее, имеет место образование нитритов, нитратов и НДМА в солоде, что свидетельствует о поглощении слоем NO₂ атмосферного воздуха. Так, сушка солода промышленного производства чистым атмосферным воздухом в течение 20 ч показала увеличение концентрации НДМА в солоде с 0,8 до 1,3 мкг/кг (табл. 3).

Исследование образования НДМА в зависимости от технологических режимов сушки солода дало возможность установить, что уменьшение продолжительности сушки с 30 до 12 ч снижает концентрацию НДМА в солоде не более чем в 1,6 раза и не способствует радикальному снижению концентрации НДМА в солоде.

С повышением температуры солода НДМА накапливается в нем более интенсивно, что объясняется активизацией процессов распада НА после превышения температуры 60°C.

Влажность солода также влияет на образование НДМА: сорбция оксидов азота интенсифицируется с её повышением. Кроме того, влага активизирует реакции нитрозирования аминов,

■ Таблица 3. Изменение концентрации НДМА при сушке солода сушильным агентом, содержащим оксиды азота (продолжительность сушки 20 ч)

Продолжительность, ч	Концентрация NO ₂ в сушильном агенте, мг/м ³		Суммарная концентрация нитритов и нитратов, мг/кг	Концентрация НДМА, мкг/кг		
	под слоем	над слоем		нижний слой	верхний слой	средний показатель
1	2	3	4	5	6	7
Опыт 1. Без дозирования						
0	0,03	0,02	1,32	0,8	0,8	
7	0,03	0,02	1,41	0,9	0,8	
14	0,04	0,03	1,44	1,2	1,1	
20	0,04	0,03	1,56	1,4	1,1	1,3
Опыт 2. Дозирование NO₂ в концентрации 0,1 мг/м³						
0	0,1	0,04	1,22	0,7	0,7	
7	0,1	0,05	2,14	0,7	1,5	
14	0,1	0,06	2,93	2	1	
20	0,1	0,09	3,26	2,5	1,7	2,2
Опыт 3. Дозирование NO₂ в концентрации 0,2 мг/м³						
0	0,2	0,04	1,84	0,8	0,8	
7	0,2	0,1	2,56	1,4	1,1	
14	0,2	0,14	3,42	2,3	1,8	
20	0,2	0,17	3,94	3	2,4	2,7
Опыт 4. Дозирование NO₂ в концентрации 0,3 мг/м³						
0	0,3	0,04	1,38	0,5	0,5	
7	0,3	0,12	2,27	1,1	1	
14	0,3	0,22	3,64	2,3	1,2	
20	0,3	0,2	4,12	3,9	2,3	3,1
Опыт 5. Дозирование NO₂ в концентрации 0,6 мг/м³						
0	0,6	0,1	2,72	1,37	1,37	
7	0,6	0,26	4,13	3,2	3	
14	0,6	0,48	5,92	7,5	5,2	
20	0,6	0,5	7,14	15,2	8,8	12,8

вследствие чего увеличивается концентрация НДМА в солоде.

Оценивая совокупность всех факторов, влияющих на содержание НДМА в солоде, следует отметить, что определяющим из них является концентрация NO₂ на входе в слой солода. Предельные значения содержания NO₂ в сушильном агенте должны обуславливаться заданной гигиеническими нормами концентрацией НДМА в солоде. Поэтому с целью гарантирования чистоты продукта в производимом солоде предел концентрации НДМА должен составлять 15 мкг/кг. Такую концентрацию обеспечивает сушка солода сушильным агентом с содержанием NO₂ в нем не более 0,4 мг/м³. Это значение должно быть предельным в разработке современных тепловентиляционных систем.

Выводы

Оценивая совокупность всех факторов, влияющих на содержание НДМА в солоде, следует отметить, что определяющим из них является концентрация NO₂ на входе в слой солода. Предельные значения содержания NO₂ в сушильном агенте должны обуславливаться заданной гигиеническими нормами концентрацией НДМА в солоде. Поэтому для гарантированной чистоты продукта предел концентрации НДМА в производимом солоде должен составлять не более 15 мкг/кг. Такую концентрацию обеспечивает сушка солода сушильным агентом с содержанием NO₂ в нем не более 0,4 мг/м³. Это значение должно быть предельным в разработке современных тепловентиляционных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Василенко С.М. Дослідження вмісту важких металів і нітратів у томатопродуктах / С.М. Василенко, Т.О. Ващук, В.В. Шутюк, В.І. Бондар // Наукові праці НУХТ. – 2009. – №29. – С. 88-90.
2. Докучаев Д. Тенденции мирового рынка пива. – Эхо планеты. – 2013. – №29.
3. Зульфигаров О.С. К вопросу об определении N-нитрозаминов в пищевых продуктах / О.С. Зульфигаров, В.В.Юрченко, Н.В. Каширина, Н.А. Стадничук // http://www.medved.kiev.ua/arh_nutr/art_2004/n04_2_12.htm.
4. Определение летучих N-нитрозаминов в продовольственном сырье и пищевых продуктах: Метод. указания по методам контроля. – М.: Информ. изд. центр Госкомсанэпиднадзора России, 1993. – 16 с.
5. Рубенчик Б.Л., Костюковский Я.Л., Меламед Д.Б. Профилактика загрязнения пищевых продуктов канцерогенными веществами. – К.: «Здоров'я», 1983. – 160 с.
6. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 240 с.
7. Bessarab O. The formation of carcinogenic compounds in production of foodstuffs / A. Bessarab, V. Shutyuk // Book of abstracts Congress NEEood-2013. – К.: NUFT, 2013. – P. 122.
8. Shutyuk V. The drying modes of artichoke extract in spray dryer / V. Shutyuk, O. Bessarab, S. Vasilenko // Ukrainian Food Journal. – К.: NUFT, 2013. – V.2., I. 2. – P. 215-220.