

Промышленное внедрение новой биотехнологии зернового творога позволит расширить ассортимент отечественных биопродуктов на потребительском рынке и удовлетворить потребности различных групп населения в биопродуктах функционального питания.

### **Экология и рациональное природопользование**

#### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА П. АЙТЕКЕ-БИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН В ТЕПЛЫЙ И ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОДЫ ГОДА**

Хантурина Г.Р., Русяев М.В., Федорова И.А.,  
Махаев А.Ж., Кызылтаева Т.А.

*Национальный центр гигиены труда  
и профессиональных заболеваний МЗ СР РК,  
Караганда, e-mail: schmu@mail.ru*

Целью исследования является определение значения отдельных веществ в выбросах предприятий и автотранспорта в п. Айтеке-Би Республики Казахстан.

Объект исследования – п. Айтеке-Би. Количество точек отбора – 19 в тёплый и холодный периоды года.

Отбор проб воздуха, (всего 19) производился 3 раза в сутки, согласно «Руководства по контролю загрязнения атмосферы» РД 52.04.186-89. В пробах определялись: двуокись азота, окись углерода, фенол, взвешенные вещества. Оценка результата проводилась по отношению к предельно допустимой концентрации (ПДК) вещества в воздухе. Одновременно оценивались отношения к среднесуточной ПДК (ПДКсс), как основному показателю загрязнения, так и к максимально разовой концентрации, как к показателю, характеризующему возможное наличие исследуемых веществ в атмосферном воздухе в течение суток и в разные периоды года.

В ходе исследования было выяснено, что в холодный период года среднесуточное содержание взвешенных веществ в одной точке забора атмосферного воздуха было выше ПДКсс 1,8 ПДКсс (0,27 мг/м<sup>3</sup> при ПДКсс = 0,15 мг/м<sup>3</sup>), в среднем же этот показатель составил 0,6 ПДКсс.

#### **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ НОВЫХ АЦЕТИЛЕНОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Меркулов В.В., Ряполов О.А., Мантлер С.Н.,  
Меркулова Е.В.

*АО «WALDIS», Клайпеда, Литва;  
ТОО «Темиртауский электрометаллургический  
завод», Темиртау;*

*РГП «Карагандинский государственный  
индустриальный университет», Темиртау,  
e-mail: svetik7tsvetik7@mail.ru*

Ацетилен, вытесняемый из многотоннажной химии нефтехимическими решениями

#### **Список литературы**

1. Артюхова, С.И. Использование пробиотиков в биотехнологии домашнего сыра для функционального питания: монография / С.И. Артюхова, Н.В. Лашина. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005. – 82 с.
2. Артюхова, С.И. Научно-экспериментальное обоснование новых биотехнологий синбиотических молочных продуктов: дисс. ... докт. техн. наук / Артюхова Светлана Ивановна. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2006. – 313 с.
3. Артюхова, С.И. Биотехнология зернового творога: Учеб. пособие. – Омск: Вариант-Омск, 2007. – 72 с.

Содержание диоксида азота не превышало ПДКсс – 0,04-0,3 ПДКсс (0,002-0,01 мг/м<sup>3</sup> при ПДКсс = 0,04 мг/м<sup>3</sup>). Среднесуточное содержание фенола соответствовало 0,4-0,5 ПДКсс (0,001-0,002 мг/м<sup>3</sup> при ПДКсс = 0,003 мг/м<sup>3</sup>). Среднесуточное содержание диоксида серы было низким во всех пробах и варьировало в пределах 0,02-0,2 ПДКсс (0,001-0,008 мг/м<sup>3</sup> при ПДКсс = 0,05 мг/м<sup>3</sup>).

В тёплый период года среднесуточное содержание взвешенных веществ во всех точках забора атмосферного воздуха было ниже ПДКсс и варьировало в пределах 0,04-0,5 ПДКсс (0,01-0,08 мг/м<sup>3</sup> при ПДКсс = 0,15 мг/м<sup>3</sup>). Среднесуточное содержание диоксида азота было незначительно выше нормы и соответствовало 1,1 ПДКсс (0,043 мг/м<sup>3</sup> при ПДКсс = 0,04 мг/м<sup>3</sup>), в среднем по п. Айтеке-Би этот показатель соответствовал 0,2 ПДКсс. Концентрация фенола находилась ниже уровня чувствительности метода. Среднесуточное содержание диоксида серы было низким во всех пробах и варьировало в пределах 0,005-0,7 ПДКсс (0,003-0,03 мг/м<sup>3</sup> при ПДКсс=0,05 мг/м<sup>3</sup>).

Среднегодовая концентрация взвешенных веществ в среднем по п. Айтеке-Би была на уровне 0,45 ПДКсс, диоксида азота 0,2 ПДКсс, фенола 0,2 ПДКсс, диоксида серы 0,2 ПДКсс.

Концентрация взвешенных веществ в холодный период года была в 2 раза выше, чем в холодный, концентрация диоксида азота в теплый и холодный периоды года находилась примерно на одном уровне, концентрация диоксида серы в теплый период года была выше 3,3 раза, чем в холодный период.

Таким образом, низкое содержание диоксида азота, фенола и диоксида серы свидетельствует о незначительной техногенной нагрузке на атмосферный воздух п. Айтеке-Би.

со второй половины XX века, все ещё актуален в промышленности. По данным исследовательской группы «Zion» в 2015 году в мире было произведено более 5 млн тонн ацетилена. Несомненно, большая часть его используется в строительной индустрии, но высокая реакционная активность ацетилена всегда привлекала и продолжает привлекать разработчиков новых химических технологий. Российской школой накоплен бесценный опыт эффективных взрывобезопасных синтезов на основе ацетилена при атмосферном давлении, что значительно повышает его конкурентоспособность, особенно

в сегментах специальных продуктов, рыночная стоимость которых позволяет покрывать издержки использования относительно дорогого ацетилена, произведенного из карбида кальция. Указанную тенденцию можно проследить на таком продукте как индол.

Промышленное производство индола осуществляется китайскими компаниями на основе орто-толуидина – опасного канцерогена. Специальная очистка и большое количество побочных продуктов делает индол весьма дорогим материалом на рынках парфюмерии, фармацевтики и в производстве незаменимых аминокислот [1,2]. Сегодня цена на индол находится на уровне 18-20 долларов за килограмм, несмотря на значительное снижение цены нефти, из которой он производится по существующим технологиям. Ранее открытый японскими корпорациями метод экстракции индола из каменноугольной смолы оказался неконкурентоспособным в силу технологической сложности.

По ежегодным докладам компании «Аджиномото», потребность в индоле возросла с 3000 тонн в 2006 году до 9000 тонн в 2015 году. Данный рост потребности обусловлен тем, что индол стал применяться в производстве L-триптофана – незаменимой аминокислоты, отвечающей за рост животных. Переход аграрных предприятий на новые интенсивные методы сбалансированного питания животных, обеспечивающие высокую эффективность животноводства, требуют использования L-триптофана. В связи с возрастанием потребности в индоле становится весьма актуальным его промышленное получение простым, недорогим и безопасным способом.

Путь к указанному недорогому индолу лежит через идеи академика РАН Бориса Трофимова (Иркутский институт химии Сибирского отделения РАН) [1]. Так, было замечено, что винилирование кетоксимов при атмосферном давлении и относительно низких температурах (не превышающих 140°C) ведет к образованию различных пирролов. Это открытие вошло в учебники, монографии и энциклопедии, как именная реакция Трофимова. Востребованные в промышленности простейшие пирролы и их производные стали доступны для технологического воспроизводства в один шаг. Многие научные коллективы стали изучать перспективы создания на базе получаемых пирролов мономеров, полупродуктов для фармацевтики и тонкого органического синтеза.

Винилпирролы (такие, как 4,5,6,7-тетрагидроиндол и N-винил-4,5,6,7-тетрагидроиндол), получаемые за один проход с выходом от 75% до 97%, позволяют обеспечить производство индола недорогим сырьем [3]. Поэтому целесообразно рассмотреть некоторые технологические аспекты производства 4,5,6,7-тетрагидроиндола. Прежде всего, следует обратить внимание

на температурный режим протекания реакции кетоксимов с ацетиленом. Процесс проходит гладко в диапазоне температур 70-140°C, а при определенных условиях достаточно и 80-100°C, чтобы достигнуть желаемого результата. Порой можно только нагреть до указанной температуры, как запускается экзотермический процесс, температурный режим которого можно регулировать только подачей ацетилена. Реакция протекает при атмосферном давлении, что является безусловным преимуществом перед другими технологиями. Так, даже технологии, работающие на орто-толуидине, вынуждены повышать давление до 5 атмосфер. Другой пример получения 4,5,6,7-тетрагидроиндола описывается в патентах компании «BASF» (патент №. DE19924041 от 2000 года). Индол получают из N-метилпирролидона при давлении в 20 атмосфер с выходом, не превышающим 37%. Из-за неэффективности вышеуказанной технологии в промышленном масштабе этот процесс не реализуется.

Давление играет существенную роль в скорости протекания реакции. Если при атмосферном давлении в реакциях кетоксимов с ацетиленом время завершения процесса в среднем находится в диапазоне 3-5 часов, то повышение давления на 0,4 атмосферы (что находится в пределах требований по безопасному использованию ацетилена) скорость реакции увеличивается в 2 раза. Несомненно, современные технологии и инженерные решения позволяют использовать ацетилен и при высоких давлениях, но для производителей, а тем более для общественности, снижение рисков (а в данном случае сведение их к нулю), будут играть существенную роль. Безопасность процессов получения индола может быть увеличена также за счет использования в качестве растворителя промышленного диметилсульфоксида (ДМСО) взамен пожаровзрывоопасного экстрагента – диэтилового эфира.

Данная совокупность решений, нацеленных на достижение максимальной безопасности и выполненных не в ущерб качеству разработанного процесса, позволили создать промышленно доступную технологию производства тетрагидроиндола на уровне себестоимости от 2 до 4 евро/кг в зависимости от цены основного сырья: циклогексаноноксима и ацетилена. При этом последующее дегидрирование тетрагидроиндола до требуемого индола реализуется на оригинальном катализаторе с выходом продукта до 96% и чистотой получаемого индола, превышающей 99%, что соответствует самым высоким стандартам. Таким образом, недорогой наноразмерный сульфидный катализатор с хорошими показателями восстановления обеспечил производство чистого индола за один проход, увеличив себестоимость конечного продукта всего на несколько евроцентов за килограмм.

Данная безопасная ацетиленовая технология позволяет выйти на рынки аминокислот, фармацевтики и парфюмерии с недорогим индолом. Более того, промежуточный продукт 4,5,6,7-тетрагидроиндол близкий по своим свойствам как фиксатор запахов к индолу, оказался менее опасным, а его химическая активность по второй позиции пиррольного кольца открыла прямой путь к двухзамещенным тетрагидроиндолам – биологически и ДНК-активным веществам. Реакция пирролов или тетрагидроиндола с сероуглеродом позволила разработать методологию «конструирования различных функционализированных гетероциклических систем с пиррольными или индольными фрагментами через 2-пирролкарбодитиоаты. Данная методология может быть полезной в синтезе поликонденсированных гетероциклов, способных встраиваться в двойную спираль ДНК (благодаря возможностям π,π-интерциклической самосборки, переноса заряда, образования водородных связей и электростатических взаимодействий) и, таким образом, играть роль антипролиферационных агентов» [1].

Известно, что важным моментом любой химической технологии является доступность сырья. Этот компонент влияет на себестоимость продукта в большей степени, чем остальные. Когда «экзотические» условия (высокое давление, высокая температура) преодолены, то на первый план выходят цены промышленно производимого сырья и растворителей, необходимых для экстракционных процессов. В описываемом процессе используются два основных компонента – ацетилен и циклогексаноноксим, затраты на которые занимают в себестоимости 63% (при этом на ацетилен приходится 11,56%, на циклогексаноноксим – 51,34%). Циклогексаноноксим промежуточный продукт производства капролактама. Капролактамы в Европейском Союзе производят многие предприятия: «BASF», «DSM», «Rhodia», «Domo-Caproleuna», «Enichem», «Fibrex», «Agrobiochim», «Snia» и др. Польская корпорация «Grupa Azoty» на предприятии «Azoty Tarnow» производит непосредственно товарный циклогексаноноксим под торговой маркой «Tarnoks». Общее производство капролактама и, соответственно, циклогексаноноксима в Европе составляет более 1,3 млн тонн. С точки зрения экономии стартовых инвестиций (не требующих создания ацетиленового производства) и благодаря наличию циклогексаноноксима, оптимальной для размещения производства индола по предлагаемой технологии является промышленная зона «Infraleuna» под Лейпцигом в Германии. Здесь расположено ацетиленовое производство компании «Linde» и капролактамовое производство «Domo Caproleuna». Обе компании могут предложить ацетилен и циклогексаноноксим как товарный продукт.

Для организации производства тетрагидроиндола на основе циклогексаноноксима основная сложность состоит в том, что многие производства капролактама не имеют товарного циклогексаноноксима, хотя с точки зрения технологии или инженерных решений создание участка разделения потока циклогексаноноксима на внутреннее потребление и на товарный продукт не представляет трудности.

Актуальным представляется привязка производства тетрагидроиндола и индола к промышленным ацетиленовым установкам, которые расположены в странах Евросоюза. Например, предприятие «Novacke chemicke zavody», выступающее под брендом «Fortischem» расположено на Северо-западе Словакии в городе Новаки и выпускает широкую номенклатуру продукции, основанную на ацетилене, полученном при переработке карбида кальция. В Словакии также находится производство L-триптофана компании «Эвоник» – потенциального покупателя индола. Диверсификация на уже существующих ацетиленовых производствах может обеспечить устойчивое развитие даже небольших предприятий (например, «Мажейкяй ацетилленас», расположенного на севере Литовской Республики). Вообще, логистика поставок как сырья, так и готовой продукции в границах Евросоюза благоприятна для организации здесь производства тетрагидроиндола и индола, и доля транспортных затрат для сырья не превысит 2,5%, в то время как затраты на транспорт товарной продукции будут еще меньше и составят 0,25–0,28% от коммерческой цены индола.

Не менее эффективным является размещение высокотехнологичного производства тетрагидроиндола на перспективном рынке, каким является рынок Евразийского союза [4]. До 2015 года из кормовых аминокислот на российском рынке производился исключительно метионин на предприятии компании «Волжский оргсинтез» в количестве 37–38 тысяч тонн, при этом в общей совокупности импорта также присутствует метионин в объеме до 2 тысяч тонн. Начиная с 2015 года, на территории Российской Федерации заработало производство по выпуску лизина в объеме 57 тысяч тонн, организованное компанией «Приосколье», а также введена в строй первая очередь «Тюменского лизина» с объемом производства 10 тысяч тонн лизина в год (планируемые же его мощности до 40 тысяч тонн). Триптофан импортируется в Российскую Федерацию в небольших объемах около 1000 тонн. С начала 2014 года и в течение всего 2015 года объем импорта был ограничен падением курса рубля по отношению к доллару и евро.

В данной ситуации идея организации производства тетрагидроиндола и индола на территории Российской Федерации логична и актуальна. Такое предприятие имеет в перспективе на бли-

жайшие 2030 лет все возможности для своего интенсивного развития. При этом новые идеи производства L-триптофана на основе индола, молочной кислоты и аммиака могут обеспечить привлекательную цену для этой, все ещё дорогой, аминокислоты [5]. По нашим оценкам массовое использование L-триптофана в кормлении животных находится в диапазоне цены 10-12 евро/кг. На сегодня же, кроме качественного продукта от компании «Ajinomoto», на рынке присутствуют и другие предложения кормового триптофана на уровне 18-30 евро за килограмм. Кроме кормового триптофана, «Ajinomoto» предлагает фармацевтический триптофан со степенью чистоты около 99% по цене 990 долларов за 1 кг.

Организация производства тетрагидроиндола и индола в Российской Федерации возможна на площадках «Щекиноазот», «Куйбышевазот», «Кемеровозот» – российских производителей капролактама, которые имеют в своем материальном балансе производство циклогексаноноксима. Если первые два завода находятся в европейской части России, то «Кемеровозот» располагается в Западной Сибири. Поэтому логистика организации производства ацетилена привязывает поставки карбида кальция для предприятий, находящихся в европейской части России из Волгограда, а для «Кемеровозот» из Темиртау (Казахстан).

Другим вариантом расположения производства тетрагидроиндола может быть привязка его к действующим предприятиям ацетиленового производства. В Российской Федерации производство промышленного ацетилена монополизовано компанией «Linde». Большие заводы по производству ацетилена расположены в промышленных центрах в пяти Федеральных округов. Самым восточным округом является Уральский Федеральный округ. Предприятие «Линде Уралтехгаз» обеспечивает ацетиленом все промышленные предприятия Свердловска, Челябинска и Перми, хотя в регионе расположены и небольшие промышленные установки

ГНД-40 (производство 40 м<sup>3</sup> ацетилена в час), что вполне достаточно для обеспечения ацетиленом производства 200-500 тонн в год тетрагидроиндола и индола. Анализ показывает, что во всех промышленных центрах Российской Федерации есть частные предприятия, эксплуатирующие одну или две установки ГНД-40, которые удовлетворяют потребность предприятий региона в раскисленном по баллонам ацетилене. Это позволит расположить производство тетрагидроиндола на максимально близком расстоянии к производителям циклогексаноноксима (капролактама).

Таким образом, только на одном небольшом примере ацетиленовой технологии видны большие возможности в организации конкурентоспособного производства востребованных на рынке товаров. При этом дальнейшие перспективы развития технологических решений на основе карбидной технологии получения ацетилена позволят диверсифицировать сферу деятельности данного производства. Это еще раз свидетельствует о том, что в производстве сложных химических веществ ацетиленовые технологии не только по-прежнему конкурентоспособны, но и могут намного превосходить нефтехимические по своей эффективности.

#### Список литературы

1. Трофимов Б.А. Химия и биологическая активность синтетических и природных соединений. Кислород- и серусодержащие гетероциклы // Пирролкарбодитиоаты: Синтез и применение в дизайне сложных гетероциклических систем. Том 1 / Под ред. д-ра хим. наук В.Г. Карцева. – М.: IBSPRESS, 2003. – 133 с.
2. Timothy C. Barden. Indoles: Industrial, Agricultural and Over-the-Counter Uses. Springer-Verlag. Berlin. Heidelberg. 2010. p. 46.
3. Nikolai D. Chkanikov. Hydroxyalkylation of 4,5,6,7-tetrahydroindole with polyfluorocarbonyl compounds as a route to 2-substituted indoles. Tetrahedron Letters Elsevier. 52 (2011). P.5025–5028.
4. Меркулов В.В., Мантлер С.Н. Активационные технологии. Сборник статей. – Германия, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. – 47 с.
5. Отчет по результатам исследования: Производство готовых кормов для животных, содержащихся на фермах. – Алматы: Даву ресерш, 2012. – С. 53.

**«Проблемы агропромышленного комплекса»,  
Израиль (Тель-Авив), 29 апреля – 6 мая 2016 г.  
Сельскохозяйственные науки**

#### **ПРОБЛЕМА АПК НА БРЯНЩИНЕ – ЭТО УВЕЛИЧЕНИЕ РАСХОДА КОРМОВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ НА ПРОИЗВОДСТВО ПРОДУКЦИИ**

<sup>1</sup>Коростелёв А.И., <sup>2</sup>Коростелёва О.Н.,  
<sup>3</sup>Рыбикова А.А.

<sup>1</sup>Филиал «МПСУ», Брянск;

<sup>2</sup>Брянский АГУ, Брянск;

<sup>3</sup>ВИАПИ, Москва,

e-mail: anastasya.rybickova@yandex.ru

Устойчивое производство молока и говядины, снижение их себестоимости и повышение

качества возможно на основе новейших достижений зоотехнической науки и мировой практики, прочной кормовой базы и использование генетического потенциала районированных пород. Недостаточное знание потребностей животных в энергии, а также несовершенство имеющихся рекомендаций по кормлению приводит на практике к бесполезной потере значительной доли кормов и к общему снижению эффективности животноводства [4]. Эффективное использование районированных пород скота молочного и молочно-мясного направления продуктивности позволит снизить затраты и расход кормов.