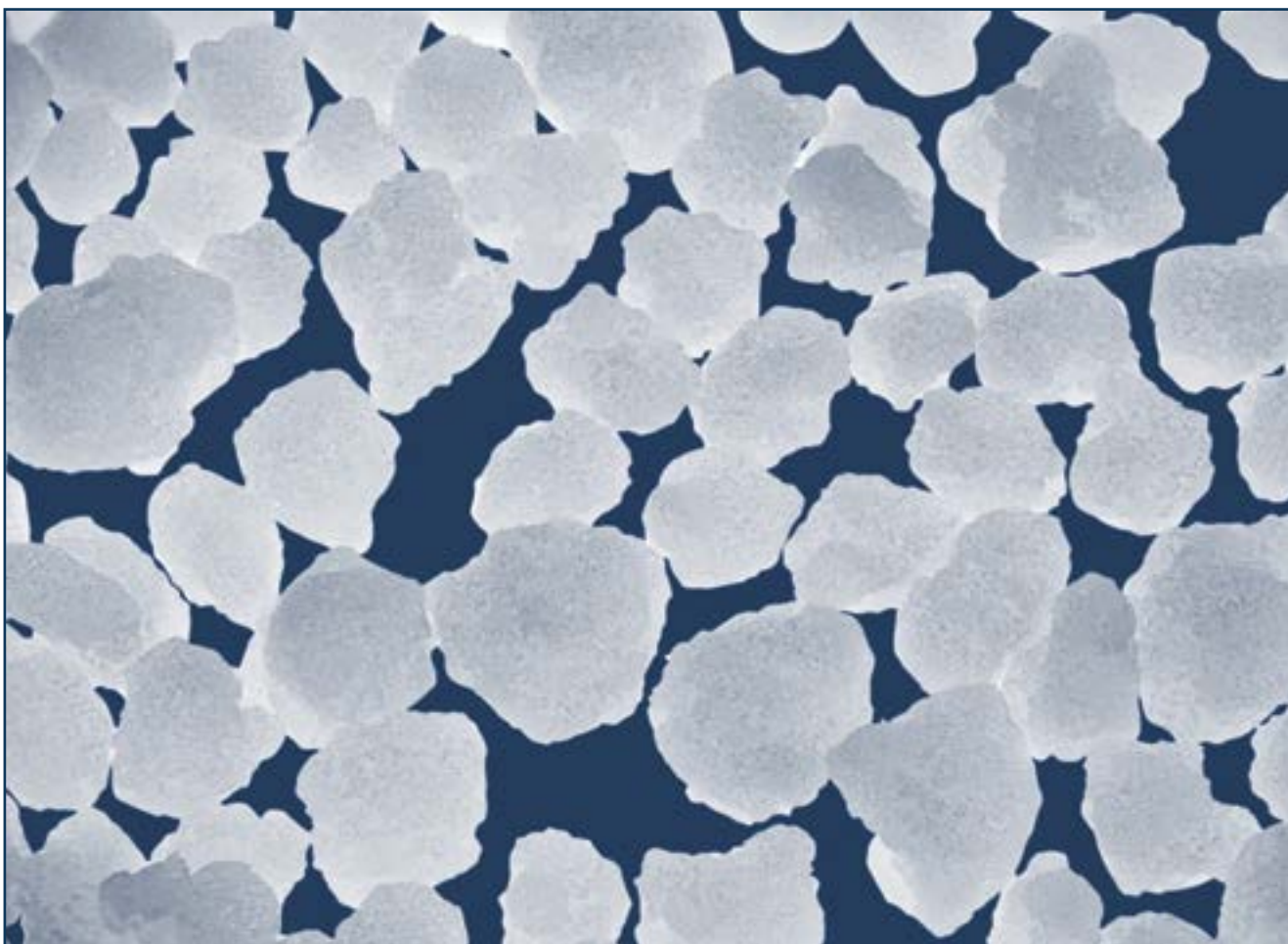


Сушка и стабилизация микроорганизмов с использованием псевдооживленного слоя и струйного псевдооживления

Высокотехнологичный процесс получения гранулята с равномерной структурой частиц методом распыления



В различных областях пищевой промышленности используют разные виды микроорганизмов, которые играют важную роль в производстве.

Польза пищевых продуктов, содержащих пробиотики, зависит как от вида используемых культур микроорганизмов, так и от количественного содержания таких живых микроорганизмов в продукте. Поэтому рецептура продукта должна обеспечивать сохранение пробиотиками способности к размножению на всех этапах – при изго-

товлении, хранении и вплоть до момента потребления продукта. Это позволяет, с одной стороны, максимально эффективно и бережно сохранить культуру микроорганизмов, а с другой – обеспечить их высвобождение в нужный момент.

Технология псевдооживленного слоя, благодаря присущей ей уникальной организации потока частиц материала и термодинамическим характеристикам, имеет очень высокий потенциал реализации разнообразных схем тепло-

и массообмена. Среди многочисленных вариантов ее использования – не только классические процессы сушки, но и гранулирование распылением, агломерация, а также нанесение покрытий на твердые частицы в целях придания им желательных свойств.

Процессы высушивания и стабилизации микроорганизмов для производства продуктов питания и биологически активных добавок – это один из многих примеров, иллюстрирующих тесную взаимосвязь процессов разработки ре-

цептуры, создания технологии и проектирования оборудования.

Микроорганизмы выращивают в ходе ферментации, когда требуемая культура растет до получения желаемой концентрации (количества клеток) в жидкой среде. Образующуюся в результате суспензию затем высушивают до достижения необходимой стойкости при хранении, для чего нередко используют дорогостоящий и длительный процесс сублимационной сушки. Получаемые при этом формы продуктов по своей структуре часто не подходят для нанесения на них оболочки. Технологии обработки в псевдооживленном слое и струйное псевдооживление являются альтернативными методами, когда непосредственно из суспензии производятся сыпучие свободно дозируемые формы продуктов с заданной структурой частиц.

Процесс грануляции распылением предоставляет возможность непосредственно производить из суспензии компактные гранулы с гомогенной структурой частиц. Данная технология объединяет бережную сушку продукта и формирование частиц (рис. 1). Компактные частицы (гранулы) образуются в результате распыления содержащей твердые вещества жидкости с использованием псевдооживленного слоя и струйного псевдооживления. При этом растворитель (как правило, вода) испаряется, а рост частиц происходит из оставшегося твердого вещества. В промышленной практике данный метод называют грануляционной сушкой или выращиванием гранул.

Гранулы, образованные с помощью метода распыления, отличаются высокой плотностью и минимальной удельной поверхностью и поэтому подходят для нанесения функциональных оболочек. Технология струйного псевдооживления особенно хорошо подходит для распылительного гранулирования сред, содержащих культуры микроорганизмов. Этот процесс можно осуществлять непрерывно и с минимальной термической нагруз-

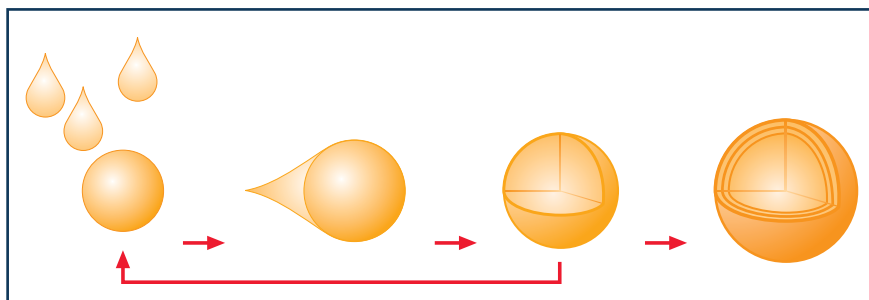


Рис. 1. Метод гранулирования распылением

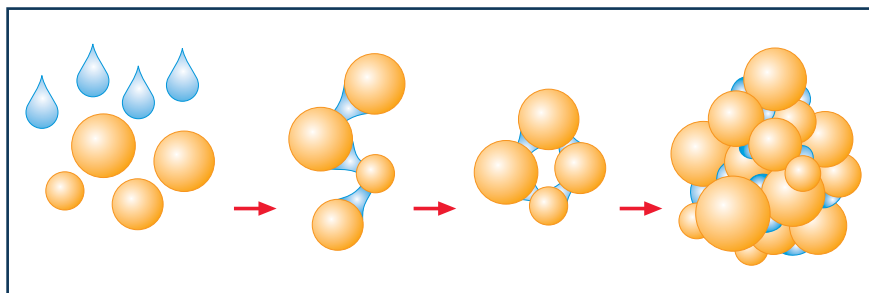


Рис. 2. Получение агломератов

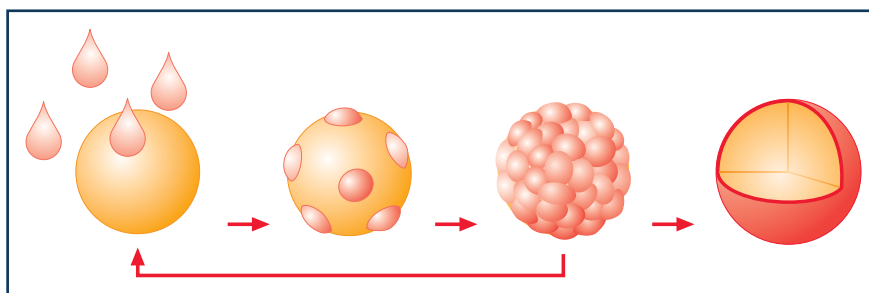


Рис. 3. Нанесение покрытий методом распыления

кой. Он запатентован компанией «Глатт» и является основой для разработки решений с учетом запросов клиентов.

Если требуется не компактный гранулят, а сыпучий продукт, обладающий оптимальной растворимостью или невысокой объемной плотностью, обработка в псевдооживленном слое предоставляет возможность сушки суспензий. В ходе процесса агломерации (рис. 2) жидкость распыляется на псевдооживленный слой частиц. В результате образования жидких мостиков между частицами и последующей сушки из мелкозернистого порошка возникает более крупный агломерат с новыми свойствами.

Это позволяет, в частности, включить микроорганизмы в форме суспензии в порошкообразные вспомогательные или защитные вещества (например, сухое молоко) и провести сушку образованного таким образом агломерата. В этом случае в порошок-носитель вводят микроорганизмы и обеспечивают оптимальную редispersируемость. Структура получаемых таким образом частиц является пористой, менее компактной и механически стабильной по сравнению с гранулами, полученными методом распыления (рис. 3).

Столь же важным, как непосредственная сушка и стабилизация микроорганизмов, является обеспечение достаточной защиты



Рис. 4. Универсальная лабораторная установка типа ProCell Lab System для всех технологических процессов псевдооживления: грануляция, агломерация, покрытие, инкапсуляция – в непрерывном и серийном режимах

культур от неблагоприятного влияния факторов окружающей среды, к которым очень чувствительны пробиотики. Необходимо сохранить жизнеспособность микроорганизмов (например, во время прохождения через желудок), а также обеспечить их высвобождение в месте назначения (например, в кишечнике), для чего широко используют нанесение функциональной оболочки в псевдооживленной среде.

При этом жидкий материал оболочки, например, раствор или суспензию, распыляют на агломерат либо гранулят в псевдооживленном слое. Как и при распылительной грануляции, растворитель (как правило, вода, а также органические растворители) испаряется в потоке подогретого технологического воздуха. Материал оболочки отлагается в плотной форме на частицах, покрывая их поверхность (рис. 4).

Материал оболочки выбирают с учетом конкретных условий применения (например, создают мембраны, раскрывающиеся или растворяющиеся в зависимости от значения pH).

В конкретном случае контролируемого высвобождения высушенных и стабилизированных микроорганизмов используют различные вещества, обеспечивающие достаточную кишечную растворимость и последующее высвобождение микроорганизмов в кишечнике.

На рис. 5 представлен пример защиты и последующего высвобождения пробиотической культуры *Lactobacillus plantarum*, для которой в качестве материала оболочки использована водная шеллачная дисперсия (источник: Harke Pharma/DE). Динамика высвобождения установлена в лабораторных условиях путем имитации среды пищеварительного тракта и последующе-

го определения количества живых клеток микроорганизмов.

Для оптимизации защитных свойств и характеристик высвобождения препарата из оболочки важную роль играют форма частиц и структура их поверхности. Для достижения оптимального результата при контролируемом высвобождении особенно подходит шаровидная форма частиц, на которые наносится оболочка. Как было отмечено выше, это обеспечивается путем гранулирования распылением исходного материала или в результате агломерации частиц порошка. Если использование данного способа невозможно, то микроорганизмы наносят посредством распыления суспензии на круглые несущие частицы. В качестве носителя используют либо подходящее для этого вещество, либо так называемые нейтральные гранулы, образующие затем исходную базу для структуры про-

дукта. Этот процесс показан на рис. 6. В данном случае в качестве носителей используют гранулы целлюлозы (источник: Syntapharm / DE), на которые распыляют суспензию пробиотика. Контролируемое высвобождение в конечном итоге достигается путем растворения оболочки из шеллака.

Вещества, обеспечивающие управляемое высвобождение, подбирают и исследуют с учетом конкретных условий использования. К ним относятся помимо классического шеллака также различные системы полимеров, а также жиры или воск, которые применяют для эффективного и экономичного нанесения оболочки из расплава, что обеспечивает надежную защиту микроорганизмов.

Компания «Глатт Инженертехник ГмБХ» (Веймар, Германия), будучи экспертом в области тонкой химии, предлагает широкий ассортимент технологий и оборудования для непрерывного и периодического производства с использованием процесса псевдооживления, а также осуществляет разработку продуктов и технологий в целях изготовления кормов для животных и продуктов питания. Спектр предложений охватывает прикладные технологии, поставки оборудования и переработку давальческого сырья, а также оказание услуг по разработке «под ключ» полного производственного цикла.

Собственный технологический центр компании «Глатт», расположенный в Веймаре, располагает отлично оборудованными лабораториями и опытно-промышленными установками, где выполняются заказы наших клиентов. Данное оборудование позволяет профессионально решать широкий спектр задач по разработке и оптимизации производств.

Для проведения экспериментальных исследований в области различных производственных технологий и режимов успешно используется универсальное модульное оборудование ProCell LabSystem, благодаря чему компания «Глатт» способ-

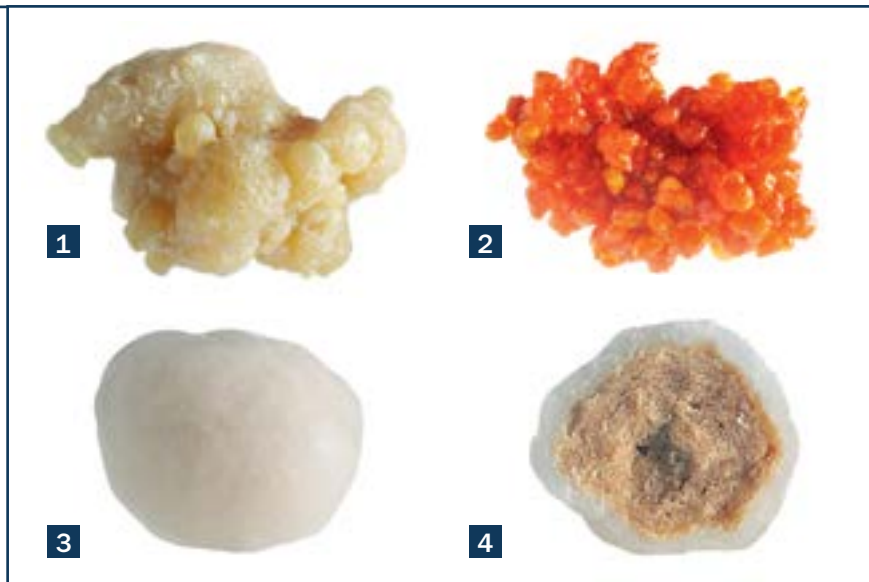


Рис. 5. Сравнение различных продуктов: 5.1 – гранулят, неравномерный; 5.2 – агломерат; 5.3 – гранулят, круглый; 5.4 – гранулят с покрытием

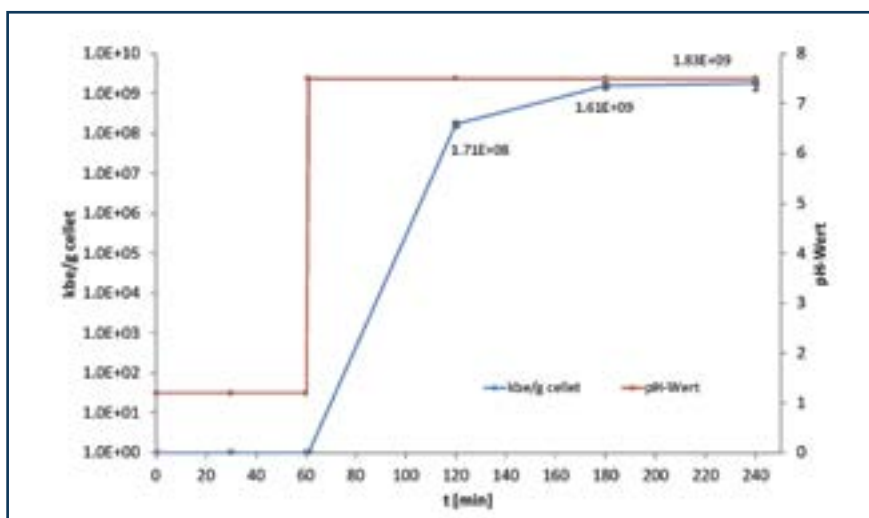


Рис. 6. Диаграмма динамики высвобождения пробиотической культуры *Lactobacillus plantarum*

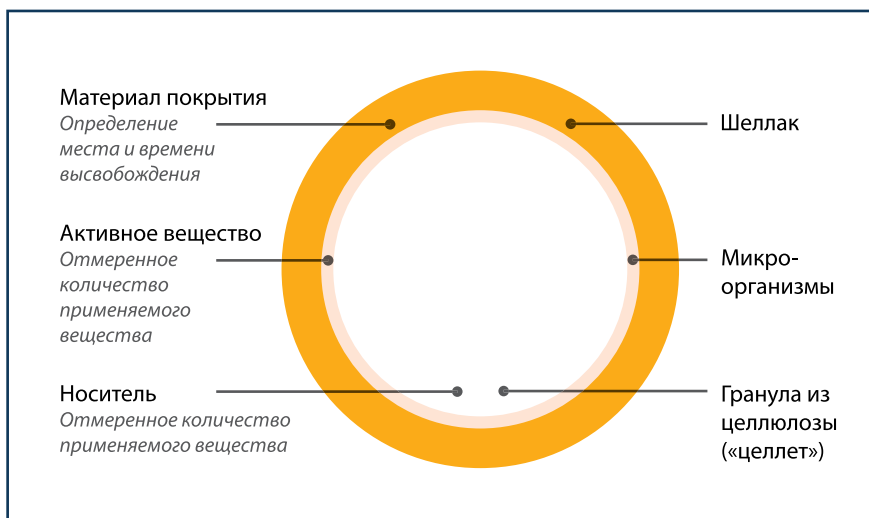


Рис. 7. Лекарственная форма «микрoгранула»

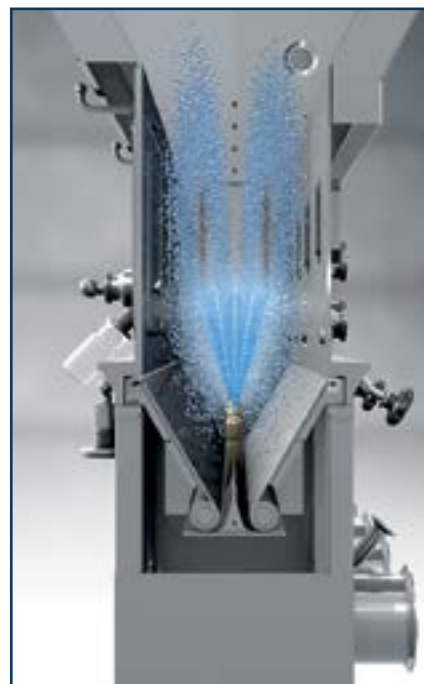
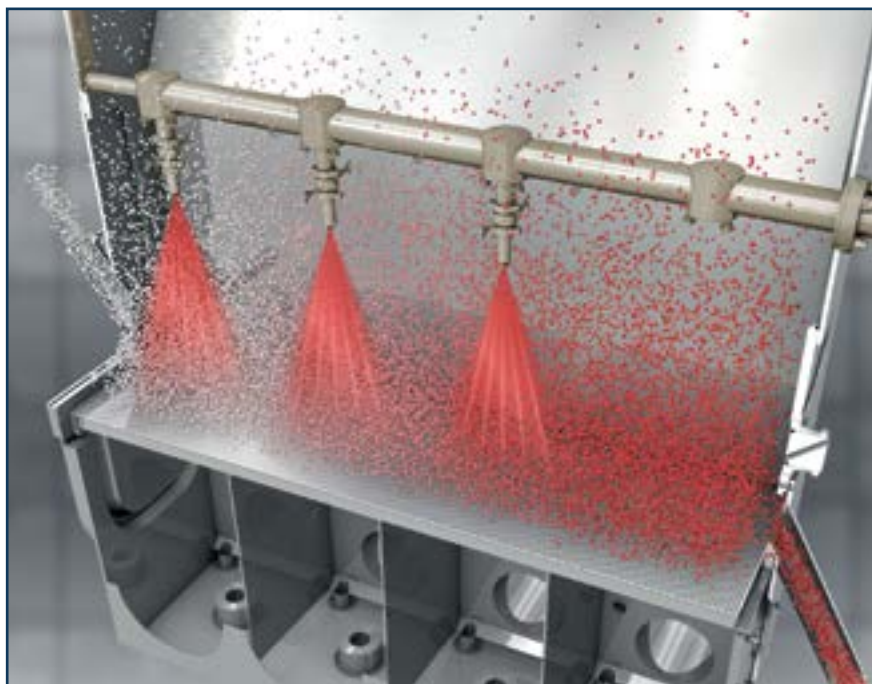


Рис. 8. Трехмерная иллюстрация процесса псевдооживленного слоя (слева) и струйного псевдооживления (справа)

на проанализировать все существующие в настоящее время варианты технологий производства и материалы в широком диапазоне параметров. Основные технологии, такие как грануляция распылением, получение агломератов и нанесение покрытий, реализуются в виде непрерывных или периодических производственных процессов. Обширные дополнительные опции: обработка расплавом (Hot-Melt), НЗП (Work in Progress – WIP), стойкая к давлению взрывных газов технология (PRO-Design), инертизация или циркуляционный режим работы завершают спектр услуг данного лабораторного комплекса.

Однако не только разработки в области технологий и материаловедения сами по себе обеспечивают успех реализации проектов. Решающим фактором также является компетентность в использовании оборудования в сочетании с многолетним опытом работы в конкретных областях для оказания услуг в качестве полноценного партнера по предоставлению технологий и услуг в сфере инжиниринга. Только благодаря совместной работе удастся успешно осуществить ком-

Автор



Д-р Михаэль Якоб (Dr. Michael Jacob),
руководитель технологического отдела компании Glatt Ingenieurtechnik GmbH

плексные промышленные проекты и всесторонне решить поставленные задачи с обеспечением необходимой производственной и технологической безопасности, соблюдением правил Надлежащей производственной практики, гигиенических требований и т.д. ■

Ключевые слова: капсулирование, микрокапсулирование, функционализация, эфирный, масло, разработка продуктов.

Данная статья опубликована под заголовком «Технологии по мерке: сушка и стабилизация микроорганизмов с использованием процессов псевдооживленного слоя и струйного оживления» в издании Pharma & Food 04 / 2015, Hühlig GmbH
<http://www.pharma-food.de/texte/anzeigen/8822>



Контактная информация:

www.glatt.com
info.we@glatt.com

**«Глатт Инженертехник ГмбХ»,
представительство в РФ:**
РФ, 117630, Москва,
ул. Обручева, 23, корп. 3.
Тел.: +7 (495) 787-42-89
Факс: +7 (495) 787-42-91
info@glatt-moskau.com

