

ВЫБОР ШТАММОВ LALLEMAND ДЛЯ ЛАГЕРА

Лагер – это самое популярное пиво в мире. Чистый и освежающий, этот стиль завоевал 90% мирового рынка пива.

Производство лагера – относительная инновация в истории пивоварения, которая исчисляется тысячами лет. Появление лагера относят к XV-XVI векам, а родиной стиля считается Бавария.

Ключевой особенностью лагера является использование аутентичного типа дрожжей *Saccharomyces pastorianus*. В 1980-х годах при изучении ДНК лагерных дрожжей, ученые обнаружили, что это гибрид элевых дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* и до той поры неизвестного микроорганизма. Но в 2007 году микробиологи обнаружили, что гены этого микроорганизма на 99.5% идентичны дрожжам, найденным в Патагонии, которые местное население использовало для производства алкоголя при низких температурах. Дрожжи находились в «галлах», сферических наростах на южных буковых деревьях, внутри которых сбраживается сок (Рисунок 1). Этот штамм получил название *Saccharomyces eubayanus*.

РИС. 1: Галлы, растущие на южных буковых деревьях в Патагонии.



ЛУЧШИЕ ПРАКТИКИ ВЫБОР ШТАММОВ LALLEMAND ДЛЯ ЛАГЕРА

Штаммы лагерных дрожжей классифицируются согласно их родословной, основанной на структуре генома. Каждый штамм *S. pastorianus* имеет субгеном, полученный от родительских штаммов *S. cerevisiae* и *S. Eubayanus* (Рисунок 2). Две группы традиционных лагерных штаммов возникли благодаря случайному скрещиванию. Лагерные штаммы **Группы I (Saaz)** аллотриплоидные с тремя наборами хромосом, одним от *S. Cerevisiae* и двумя от *S. eubayanus*. Благодаря большому вкладу субгенома *S. eubayanus* эти штаммы более криотолерантны. Лагерные штаммы **Группы II (Frohberg)** аллотетраплоидные с четырьмя наборами хромосом, два из которых от *S. Cerevisiae* и два от *S. eubayanus*. Благодаря большому вкладу субгенома *S. Cerevisiae* эти штаммы демонстрируют более устойчивые характеристики брожения, включающие более широкий диапазон температур брожения и устойчивость к алкоголю. Самый известный штамм лагерных дрожжей Weihenstephan 34/70, а также **LalBrew Diamond™** принадлежат к родословной Группы II. Штаммы Группы I и II очень похожи с точки зрения генетики и очень мало изменились за столетия с момента их одомашнивания в Баварии 15 века. Некоторые пивовары используют нейтральные элевые штаммы, способные осуществлять брожение при низких температурах, для получения нейтрального пива похожего на лагер, но не считающиеся таковыми поскольку оно не было сброжено дрожжами *S. Pastorianus*. **LalBrew Nottingham™** - это отличный вариант для производства псевдо-лагера ввиду своего нейтрального профиля и широкого диапазона температур брожения.

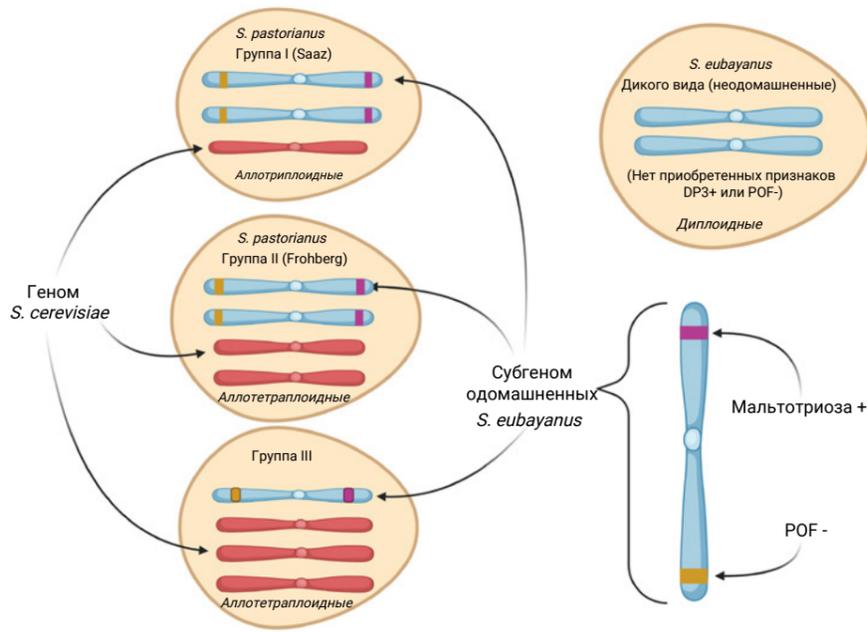


РИС. 2: Сравнение структуры генома лагерных штаммов родословных Группы I (Saaz), Группы II (Frohberg) и Группы III.

Недавно, использование классических не-ГМО методов селекции позволили вывести совершенно новые гибридные штаммы, отличающиеся от традиционных родословных Групп I и II.¹ Новые штаммы из **Группы III** аллотетраплоидные с четырьмя наборами хромосом, тремя от *S. cerevisiae* и одним от *S. eubayanus*.

Первым коммерческим примером Группы III стал штамм **LalBrew NovaLager™**, представляющий собой первую значимую инновацию в лагерных дрожжах за столетия. Благодаря еще большому вкладу субгенома *S. cerevisiae* штамм **LalBrew NovaLager™** демонстрирует устойчивость к более высоким температурам, более эффективное и быстрое брожение, уникальный вкусо-ароматический профиль и низкий уровень диацетила и сероводорода, сохраняя при этом криотолерантность за счет субгенома *S. eubayanus* (Рисунок 3).



РИС. 3: Кинетика брожения различных штаммов дрожжей из линейки LalBrew® Premium для производства лагерного пива. Стандартное светлое сусло из 100% солода плотностью 15°P, в которое засеяли 1.5 миллиона клеток/мл/°P и сбродили при 12°C.

¹ Turgeon, Z., Sierocinski, T., Brimacombe, C. A., Jin, Y., Goldhawke, B., Swanson, J. M., Husnik, J. I., & Dahabieh, M. S. (2021). Industrially Applicable De Novo Lager Yeast Hybrids with a Unique Genomic Architecture: Creation and Characterization. *Applied and environmental microbiology*, 87(3)

² <https://www.lallemandbrewing.com/en/technical-paper/hydrogen-sulfide-h2s-beer/>

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ

ВИД	<i>Saccharomyces pastorianus</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Saccharomyces pastorianus</i>
МЕСТО В КЛАССИФИКАЦИИ	Группа II (Frohberg)	Псевдо-лагер	Группа III
СООТНОШЕНИЕ ГЕНОТИПА	50% <i>S. cerevisiae</i> 50% <i>S. eubayanus</i>	100% <i>S. cerevisiae</i>	75% <i>S. cerevisiae</i> 25% <i>S. eubayanus</i>
СБРАЖИВАНИЕ МЕЛИБИОЗЫ	+	-	+
СТЕПЕНЬ СБРАЖИВАНИЯ	77-83%	78-84%	78-84%
ФЛОКУЛЯЦИЯ	Высокая	Высокая	Средняя
ТЕМПЕРАТУРА БРОЖЕНИЯ	10-15°C (50-59°F)	10-25°C (50-77°F)	10-20°C (50-68°F)
УСТОЙЧИВОСТЬ К СПИРТУ	13%	14%	13%
НОРМА ЗАСЕВА	100-200 г/гл	50-100 г/гл	50-100 г/гл
ВКУС И АРОМАТ	Нейтральный	Слегка фруктовый, нейтральный	Чистый, без сернистых соединений. Содержание эфиров от низкого до среднего.

ТАБЛИЦА 1: Сравнение штаммов дрожжей из линейки LalBrew® Premium для производства лагерного пива.

ВКУС И АРОМАТ ЛАГЕРА Сероводород (H₂S)

Все пивные дрожжи выделяют определенное количество H₂S во время брожения как естественный побочный продукт метаболизма аминокислот (См. нашу белую книгу – [Влияние сероводорода в пивоварении?](#)). При брожении эля H₂S эффективно вымывается выделяющимся углекислым газом во время главного брожения и позже реабсорбируется дрожжами после достижения конечной степени сбраживания. В случае лагера, более холодное, медленное брожение не дает такого объема выделяющегося CO₂, а дрожжи низового брожения с хорошей флокуляцией не могут эффективно реабсорбировать H₂S. Небольшое количество сероводорода на пороге восприятия, выделяемое традиционными лагерными штаммами, как например **LalBrew Diamond™**, считается важной частью сенсорного профиля многих сортов лагера. Однако нехватка питания в сусле или технологические ошибки могут привести к повышенным уровням H₂S и нежелательному аромату тухлых яиц. Этого можно избежать, добавляя подкормки в сусло (особенно когда используется несоложеное сырье) и обеспечивая контакт пива с дрожжами до перекачки или фильтрации в течение времени, достаточного для реабсорбции H₂S. Штамм **LalBrew NovaLager™** был отобран благодаря пониженному выделению H₂S за счет отсутствия определенных генов, ответственных за метаболизм серы (Рисунок 4). В результате **LalBrew NovaLager™** не требует длительного созревания пива, характерного при использовании традиционных лагерных штаммов.

ВЫДЕЛЕНИЕ H₂S

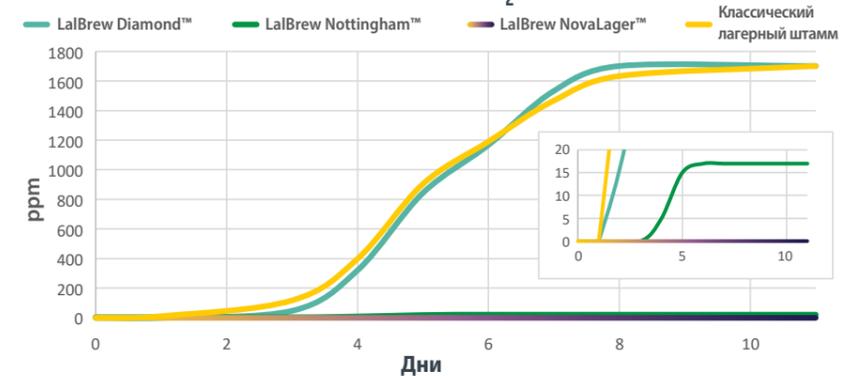


РИС. 4: Выделение H₂S во время брожения штаммов дрожжей из линейки LalBrew® Premium для производства лагерного пива. Классический штамм лагерных дрожжей представлен для сравнения. Традиционные лагерные штаммы (**LalBrew Diamond™** и классический штамм лагерных дрожжей) выделяют больше H₂S, чем элевые штаммы (**LalBrew Nottingham™**). При сбраживании штаммом **LalBrew NovaLager™** уровень H₂S остается ниже порога ощущения. Стандартное светлое сусло из 100% солода плотностью 15°P, в которое засеяли 1.5 миллиона клеток/мл/°P и сбродили при 12°C.

Диацетил

Диацетил – это естественный побочный продукт брожения, который воспринимается большинством людей как посторонний аромат. Он образуется как побочный продукт синтеза дрожжами аминокислоты валин. Дрожжи синтезируют α-ацетолактат, который после этого выделяется из клетки. α-ацетолактат претерпевает декарбоксилирование во внешней среде до диацетила, который абсорбируется обратно в дрожжевую клетку, где превращается в ацетоин – неароматическое соединение. Избавление от диацетила занимает время и протекает быстрее при более высоких температурах по сравнению с холодными условиями лагерного брожения. Диацетил может проявить себя в готовом пиве если брожение закончилось, а дрожжи не смогли полностью переработать диацетил. Чтобы избежать этого, во время брожения лагера традиционно используется шаг, получивший название диацетиловая пауза, при котором ближе к концу брожения температура пива поднимается, давая дрожжам возможность избавиться от диацетила (Рисунок 5). Выделение диацетила также может быть подавлено использованием фермента α-ацетолактат декарбоксилазы (ALDC), который катализирует прямое превращение α-ацетолактата в неароматический ацетоин и предотвращает естественное образование диацетила.

Выбор штамма также влияет на количество диацетила в пиве. Элевые штаммы, такие как **LalBrew Nottingham™** выделяют меньше диацетила ввиду улучшенного поглощения валина из сусле. **LalBrew NovaLager™** демонстрирует поглощение валина и выделение диацетила, свойственные элевым штаммам (Рисунки 6-7), что способствует более короткому времени созревания по сравнению с классическими лагерными штаммами.

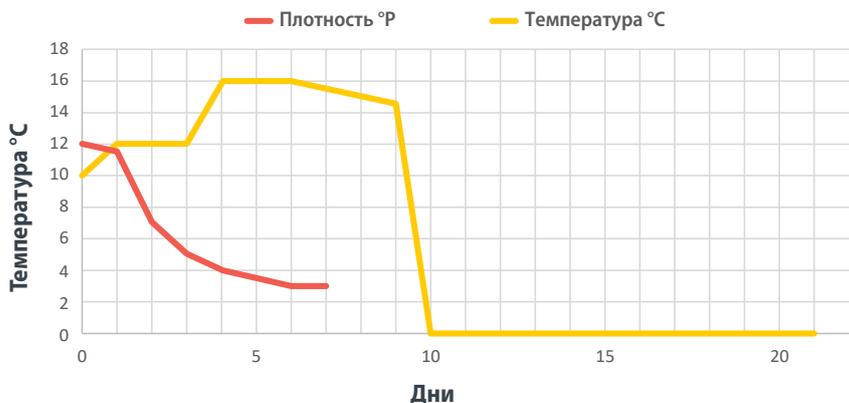


РИС. 5: Диацетиловая пауза. Подъем температуры на несколько дней в конце главного брожения.

ПОГЛОЩЕНИЕ ВАЛИНА

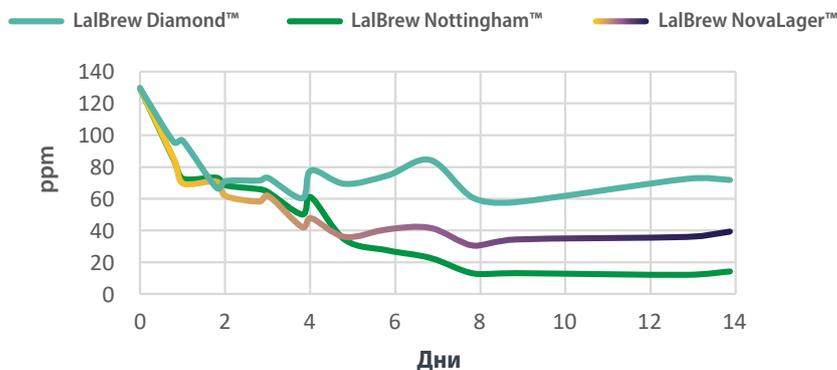


РИС. 6: LalBrew NovaLager™ демонстрирует поглощение валина на уровне элевых штаммов, как например LalBrew Nottingham™, по сравнению с традиционными лагерными штаммами.

ВЫДЕЛЕНИЕ ДИАЦЕТИЛА

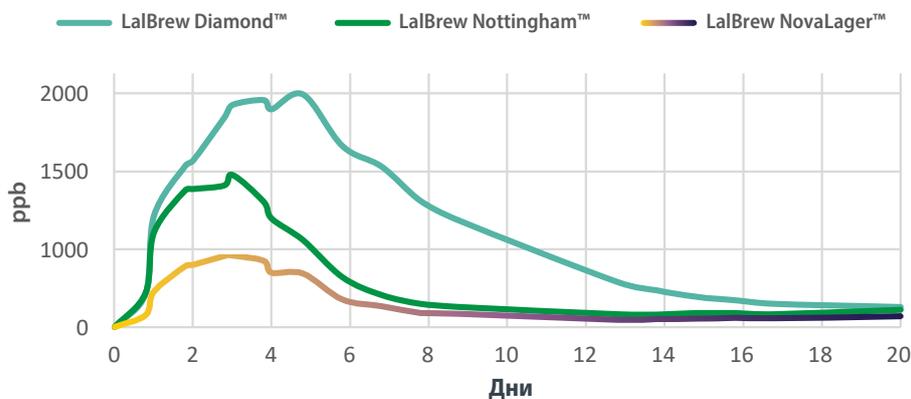


РИС. 7: Уровень диацетила, выделяемого различными штаммами для производства лагера.

Эфиры и Биотрансформация хмеля

Традиционные лагерные штаммы, такие как **LalBrew Diamond™** выделяют мало эфиров и имеют нейтральный вкусо-ароматический профиль, благодаря чему пиво получается чистым, сухим и освежающим. Современные интерпретации лагерных стилей как правило имеют более насыщенный вкус и аромат, часто с большим количеством хмеля чем традиционные сорта лагера. **LalBrew NovaLager™** формирует эфирный аромат слабой до средней интенсивности для производства более ароматного пива, а активность фермента β-глюкозидазы способствует биотрансформации и усиливает аромат хмеля.