



АЗОТНОЕ ПИТАНИЕ ДЛЯ ДРОЖЖЕЙ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПРОТЕКАНИЕ ПРОЦЕССА БРОЖЕНИЯ



Для обеспечения полного и равномерного процесса спиртового брожения необходимо, чтобы виноградное сусло обеспечивало дрожжам питательную среду и сбалансированные физико-химические условия, позволяющие им размножаться и расти. Оптимальное развитие дрожжевых клеток – основной фактор, определяющий полное проявление их ароматического потенциала. Самым важным питательным веществом для дрожжей является азот, который содержится в сусле в разных формах.

Аврора Жёди,

энолог-консультант, региональный менеджер по России и странам Восточной Европы, Институт энологии Шампани (ИОС) (Эперне, Франция)

Nitrogen nutrition for yeast and its influence on the course of the fermentation process

To ensure complete and uniform process of alcoholic fermentation is necessary to grape must provided an yeast culture medium and balanced physical and chemical conditions, allowing them to multiply and grow. Optimal development of yeast cells - the main factor determining the full expression of their aromatic potential. The most important nutrient for the yeast is nitrogen, which is contained in the wort in various forms.

Введение

Применение активных сухих дрожжей (АСД) широко распространено в виноделии уже несколько десятков лет. Селекция специализированных дрожжевых штаммов дает энологу и виноделу возможности выразить особенности терруара и сорта винограда. В данной статье мы представим различные параметры, определяющие процесс брожения, в частности азотное питание, которое оказывает непосредственное влияние на органолептику. Поскольку при использовании АСД подразумевается, что винодел стремится управлять формированием ароматического профиля производимого им вина, понятна его заинтересованность сделать все возможное, чтобы дрожжи бродили в приемлемых для них условиях.

Для получения оптимальных ароматических характеристик необходимо иметь

здоровые дрожжевые клетки, способные обеспечить быстрое и равномерное брожение. Под воздействием различных неблагоприятных факторов оно может протекать вяло и даже преждевременно прекратиться. Среди этих факторов можно выделить:

- избыточное содержание диоксида серы или присутствие в сусле остатков агрохимических средств, применяемых для фитосанитарной обработки;
- чрезмерно осветленное сусло;
- недостаток кислорода;
- несоблюдение температурного режима;
- дефицит азота и факторов роста дрожжей.

Азотное питание – параметр, который виноделу несложно регулировать, оказывая при этом существенное положительное влияние на качество вина.

Причины образования дефицита азота в сусле

Причины проблем в виноделии следует искать, начиная с виноградника. Известно, что плохое санитарное состояние виноградной ягоды влечет за собой размножение нежелательных микроорганизмов: бактерий, дрожжей, грибка *Botrytis cinerea*. Развитие их популяций значительно сокращает содержание доступного азота в сусле и вызывает дефицит питательных веществ. Еще одна причина – чрезмерная зрелость винограда, повышенное накопление сахаров часто сопровождается снижением концентрации азотистых компонентов в сусле. Два этих фактора позволяют оценить потенциальный риск замедления или преждевременного прекращения процесса брожения. Объективно следует признать, что в данных случаях довольно трудно предпринимать профилактические или корректирующие меры на винограднике. Виноделу следует адаптировать технологические схемы винификации, чтобы оптимизировать ароматический профиль получаемого вина.

Источники азотного питания

Азот – питательный элемент, наиболее важный для обеспечения нормального функционирования дрожжевой клетки. Речь идет о ключевом параметре, который значительно влияет на кинетику процесса брожения и, следовательно, на формирование органолептических качеств конечного продукта.

Массовая концентрация азота в виноградном сусле широко варьирует – от 50 до 600 мг/л [5]. Содержание азота зависит от таких факторов, как сорт винограда, год сбора урожая, климатические условия (рис. 1).

На данном этапе важно дифференцировать формы азота, которые присутствуют в сусле: протеины, пептиды, ионы аммония и альфа-аминокислоты. Не все из них использует дрожжевая клетка: ассимилируемый азот – это ионы аммония и альфа-аминокислоты, за исключением пролина.

Ассимиляция азота дрожжами

Аммонийный азот (NH_4^+), называемый также неорганическим, усваивается дрожжами очень быстро. Эта легко ассимилируемая форма потребляется в начале процесса брожения. Органический азот (альфа-аминокислоты), в отличие от аммонийного, поглощается постепенно, в течение всего периода клеточного роста (рис. 2). Он проникает в дрожжевую клетку путем активного транспорта и может в ней накапливаться [1].

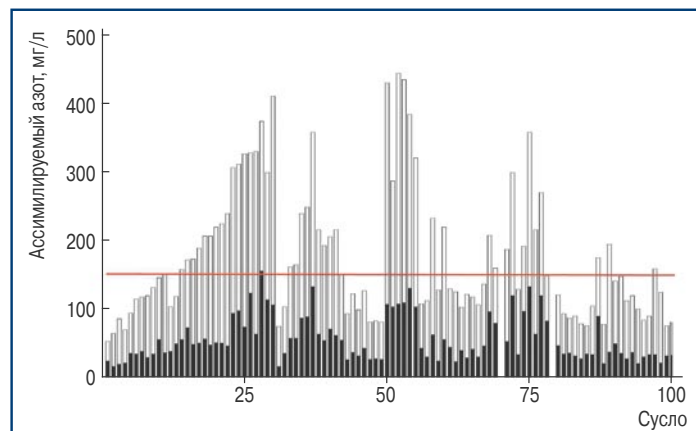
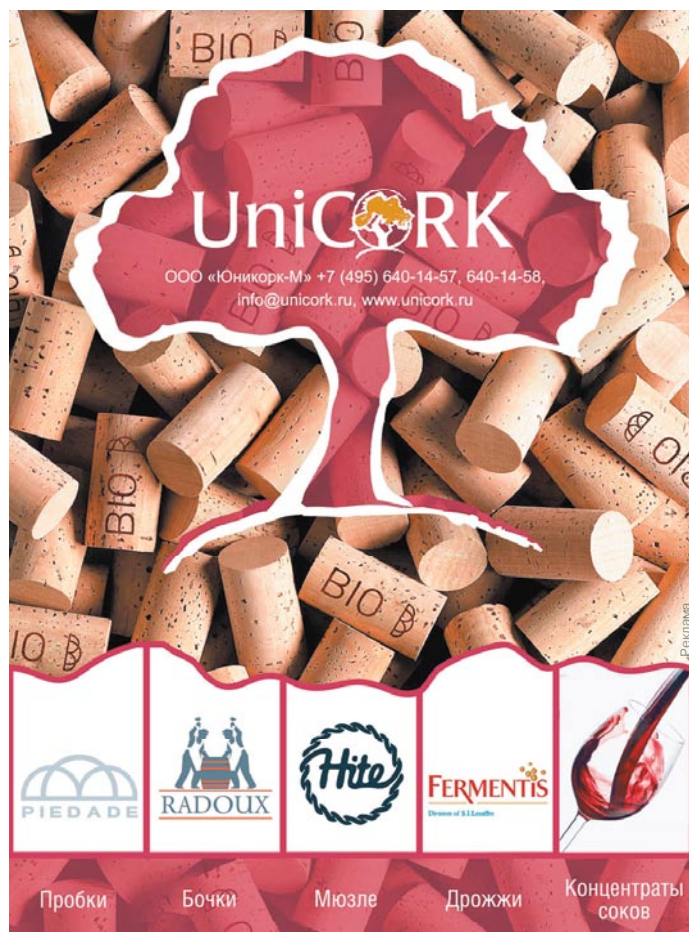


Рис. 1. Различия в массовой концентрации азота в сусле:

□ – ассимилируемый азот; ■ – аммонийный азот; красная линия – средний порог дефицита



Основная система переноса – общая пермеаза аминокислот, кодируемая геном *GAP1*, способная осуществлять транспорт всех аминокислот в определенном порядке (в зависимости от степени родства фермента к последним). Аминный азот используется в разных процессах: для синтеза белков, деградации до ионов аммония, конверсии аминокислот в глютамат.

Ассимилируемый азот влияет главным образом на скорость спиртового брожения, воздействуя на дрожжевую биомассу и перенос сахаров внутрь клетки. Как только азот, содержащийся в сусле, исчерпывается, замедляется синтез белков и транспортная активность. В случае его дефицита имеет место вялотекущее брожение на завершающих стадиях или даже процесс

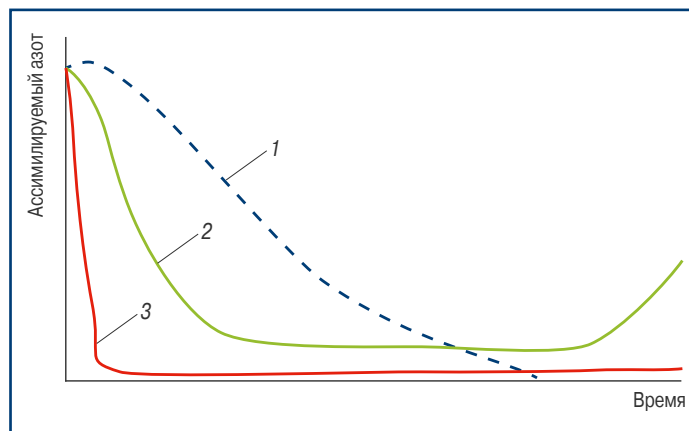


Рис. 2. Кинетика потребления ассимилируемого азота:

ассимиляция органического (аминного) азота происходит медленнее и более равномерно, чем аммонийного

1 – сахара; 2 – аминный азот; 3 – аммоний

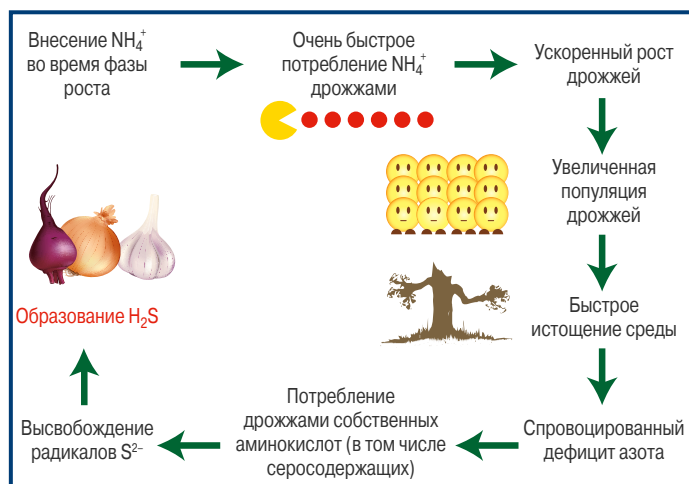


Рис. 3. Эффект обогащения сусла аммонийным азотом в фазе роста дрожжей

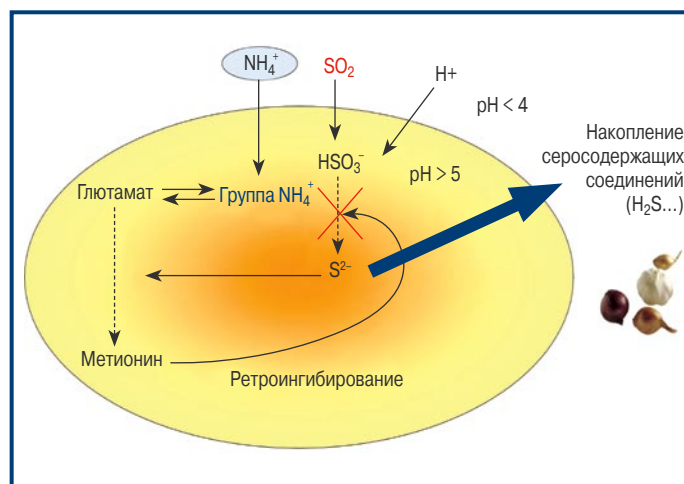


Рис. 4. Механизм образования дрожжами серосодержащих соединений [3]



Рис. 5. Титратор для определения ассимилируемого азота HI 84433-02 (Hanna Instrument)

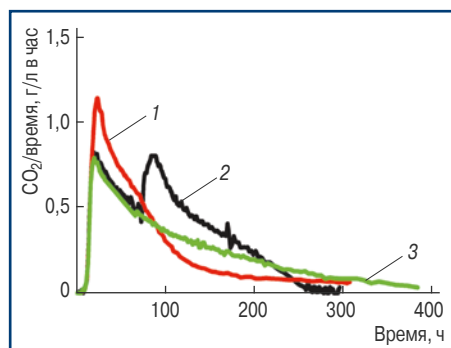


Рис. 6. Влияние источника азота, добавленного на разных этапах, на кинетику брожения:

1 – добавление азота в начале процесса спиртового брожения; 2 – внесение азота на стадии, когда плотность составляет около 1040; 3 – контроль

полностью останавливается. Добавление азота в сусло, содержащее этот элемент в недостаточном количестве, позволяет избежать негативных явлений. Однако важно понимать механизмы ассимиляции, поскольку внесение этого питательного элемента может иметь разные последствия. Аммонийный азот (NH_4^+) способствует развитию биомассы дрожжей. Если неорганический азот вводят в начале брожения, в фазе роста дрожжей, то он очень быстро ассимилируется, что приводит к сильному увеличению дрожже-

вой популяции, которая незамедлительно испытывает экстремальный недостаток питания. Таким образом оказывается отрицательное влияние на кинетику процесса брожения: вялое завершение и менее чистые ароматы в результате (рис. 3). В данном случае речь идет о провоцируемом дефиците. Напротив, органический азот, который усваивается постепенно, обеспечивает умеренный рост популяции дрожжей и, следовательно, более гармоничное протекание брожения.

Влияние аминокислот на формирование ароматического профиля вина

Состав аминокислот, содержащихся в сусле, имеет большое значение для формирования ароматов будущего вина. От него зависит образование высших спиртов и сложных эфиров. Продуцирование дрожжами обладающих неприятным запахом серосодержащих соединений также связано с метаболизмом азота. Недостаток ассимилируемого азота и появление метионина способствуют синтезу сероводорода (рис. 4).

И наконец, быстрое протекание и хорошее завершение процесса брожения позволяют получить более чистые и выраженные ароматы.

Порог дефицита азота

Обычно упоминаемый в литературе порог дефицита соответствует массовой концентрации ассимилируемого азота ниже 150 мг/л. Однако на его варьирование влияют следующие факторы:

- повышение температуры брожения провоцирует большую потребность в азоте;
- кислород, который поступает при винификации красных вин, способствует более быстрому поглощению азота дрож-

жами, следовательно, потребность в этом питательном элементе увеличивается;

- увеличение концентрации сахаров повышает потребность в азоте;
- удаление многих факторов роста дрожжей (ненасыщенных жирных кислот, стеролов, витаминов) при чрезмерном освещении сусла приводит к необходимости вносить азот дополнительно.

Наличие одного или нескольких перечисленных факторов повышает порог дефицита азота.

От теории к практике

Таким образом, практика производства требует учитывать, в какой степени дрожжи нуждаются в питательных веществах, поэтому производители АСД, как правило, определяют потребности в азоте для каждого из своих штаммов дрожжей. Это дает возможность рекомендовать соответствующую стратегию азотного питания, принимая также во внимание температуру брожения и концентрацию сахаров. Разумеется, необходимо измерять содержание аммонийного и ассимилируемого азота в сусле, для того чтобы, прежде всего, выявить дефицит в нем, а главное, адаптировать дозу органического и/или неорганического азота, необходимую для внесения. Существуют различные лабораторные приборы (рис. 5), которые позволяют легко и точно определить количество азота.

Если по результатам проведенных измерений обнаруживается недостаток азота в сусле, его следует восполнить. Наиболее целесообразно вносить неорганический азот на этапе, когда процесс брожения завершен на одну треть. В случае среднего или значительного дефицита рекомендуется добавление в два приема: по половине дозы в начале брожения и на стадии 1/3 процесса. На рис. 6 показано влияние диаммонийного фосфата, введенного на разных этапах, на кинетику брожения.

тику брожения. Внесение большой дозы аммонийного азота в начале брожения вызывает термический пик, что оказывает негативное воздействие на сенсорный профиль.

Институт энологии Шампани разработал схемы питания дрожжей для более специфических случаев:

- особые сорта винограда: Совиньон Блан и другие сорта с высоким содержанием тиолов;
- яблочно-молочное брожение;
- винификация согласно требованиям производства биопродукции;
- сусло или виноматериал для шампанизации.

Производство игристых вин

В последние годы наблюдается тенденция к снижению среднего показателя концентрации азота в сусле, связанная в основном с изменением климатических условий: более высокие температуры в сезон виноделия. Как упоминалось ранее, этот фактор оказывает влияние на первичное брожение, а также на процесс шампанизации.

Очевидно, что при вторичном брожении потребность в азоте ниже, чем при первичном, учитывая меньшее количество сахара для сбраживания. Однако

при этом дрожжи находятся в неблагоприятных условиях: содержание спирта – около 11 %, присутствие SO_2 , низкая мутность, температура брожения – 12–15 °C, увеличение концентрации CO_2 . Очень часто не принимается во внимание исключительно важный фактор – протекание первичного брожения при приготовлении шампанских виноматериалов. Если процесс проходил вяло, сусло изначально не содержало азот в достаточном количестве, и, возможно, дрожжи полностью истощили среду. Кроме того, возможно выделение жирных кислот, оказывающих токсическое действие на дрожжевую клетку.

Институт энологии Шампани настоятельно рекомендует определять содержание аммонийного и ассимилируемого азота в шампанских виноматериалах. Обычно можно наблюдать значительные различия в концентрациях в зависимости от географической зоны, сорта винограда, миллезима (см. таблицу).

Лаборатория по научным исследованиям и развитию (R&D) Института энологии Шампани разработала оптимальные схемы внесения подкормок и активаторов для шампанизации. Их применяют, начиная с регидратации дрожжей, затем при приготовлении дрожжевой разводки

Массовая концентрация аммонийного и ассимилируемого азота в шампанских виноматериалах

Образец	Массовая концентрация азота, мг/л	
	аммонийного	ассимилируемого
C-1999	27	366
A-2012	13	96
M-2010	7	80
M2-2011	5	35

в фазе размножения и, наконец, добавляют непосредственно в виноматериал.

На этапе регидратации используется специальный препарат «Гидра ПК» (Hydra PC), насыщенный дрожжевыми стеролами и магнием. Дрожжевые стеролы укрепляют плазматическую мембрану клетки и тем самым способствуют обмену веществ между клеткой и средой. Благодаря этому мембрана обладает большей устойчивостью к воздействию спирта. К тому же, в стационарной фазе развития дрожжей облегчается потребление сахаров (активация протонных насосов, АТФаза). Действие магния проявляется на стадии роста: он способствует делению дрожжевых клеток и ускоряет их рост, что позволяет получать более активную популяцию при приготовлении дрожжевой разводки.



95-98% пищевой кальций хлористый безводный ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПИЩЕВОЙ ИНДУСТРИИ

Широкие возможности применения:

- Для молочной промышленности, сыроделия
- В пивоварении
- Для производства минеральной воды и газированных напитков
- Для продления срока хранения овощей и фруктов в среднем до 30%

Преимущества:

- максимальное содержание основного вещества — до 98%
- до 20% экономичнее импортных аналогов
- исключительная чистота продукта
- упаковка в соответствии с ISO 9002 с защитой от влаги и ультрафиолетовых лучей
- контроль качества продукта от сырья до упаковки за счет собственных сырьевых составляющих

Реклама



ООО "Зиракс", 404171, Волгоградская обл., р.п. Светлый Яр, мкрн. 4, д. 6
Тел.: +7 (8442) 494-999, факс +7 (8442) 499-444,
e-mail: sales@zirax.com
www.zirax.ru



В процессе производства игристых вин подготовка к вторичному брожению включает разные этапы: дрожжевую разводку и обработку виноматериала. Внесение питания [специально разработанного препарата «Фосфат Титре» (Phosphates Titres)] в разводку на стадии размножения является обязательным технологическим приемом. В случае низкого содержания аммонийного и ассимилируемого азота в виноматериале, непосредственно в него вносят подкормку. При этом следует учитывать различия классического и резервуарного методов шампанизации.

Классический способ. В процессе тиража обычно используется смесь тиамина и фосфата диаммония. В случае большого дефицита азота в виноматериале можно дополнительно внести органическую подкормку (100 %-й натуральный активатор «Нутрибио» (Nutribio)). Органический азот будет доступен для дрожжей в течение более длительного времени по сравнению с неорганическим, поэтому обеспечит равномерный процесс брожения. Не рекомендуется добавлять большое количество неорганического азота в виде солей аммония (диаммонийного фосфата), даже если виноматериал отличается очень низким содержанием питательных веществ. Хотя на первый взгляд экономически это кажется более выгодным в связи с довольно высокой стоимостью препаратов органического азота, негативные последствия не заставят себя ждать: пик роста дрожжей в бутылке → истощение среды → замедление и даже остановка вторичного брожения → экономические потери. Необходимо также знать состав используемых активаторов, поскольку некоторые компоненты могут вызывать явление выплескивания всего объема вина из бутылки при дегоржировании.

Резервуарный способ. Нужен еще более точный расчет. В отличие от классического метода вторичное брожение происходит быстрее (20 дней вместо 6 недель) и при более высоких температурах (20 °C вместо 13 °C). Последнее условие способствует увеличению дрожжевой популяции и, следовательно, потреблению азота. Чем меньше времени отводится на брожение, тем важнее не допустить нехватки азота. Резервуарный способ дает возможность использовать комплексные активаторы (смеси солей аммония, альфа-аминокислот, целлюлозы, инактивированных дрожжей).

Измерение концентрации азота в шампанских виноматериалах следует проводить систематически, как и спирта, pH и SO₂. Эти анализы не являются дорогостоящими, позволяют контролировать процесс вторичного брожения и в конечном итоге управлять им.



Идет ли речь о первичном спиртовом брожении или о шампанизации, эннолог всегда пытается обеспечить наиболее оптимальную кинетику процесса. Основная цель – получить определенный ароматический профиль. Существует много параметров, которые могут оказать как негативное, так и положительное влияние на сенсорное восприятие вина. Азотное питание – фактор, который несложно регулировать. В сусле с недостаточным содержанием азота дрожжевые клетки испытывают состояние стресса. Такие условия не позволяют им проявить свой потенциал. Выявить дефицит питательных веществ можно только путем измерения концентрации аммонийного и ассимилируемого азота. В зависимости от полученных результатов эннолог выбирает средство восполнения дефицита: соли аммония, тиамин, минеральные вещества, аминокислоты, питательные комплексы. Использование любого источника азота имеет свои преимущества, как и недостатки, поэтому необходимо выбирать стратегию азотного питания в каждом случае.

Библиографический список

1. Bisson, L. F. Influence of nitrogen on yeast and fermentation of grapes / L. F. Bisson // Proceedings of the International Symposium on Nitrogen in Grapes and Wine / Ed. J. Rantz. Seattle, WA, 1991. P. 78–89.
2. Henschke, P. Yeast metabolism of nitrogen compounds. Wine microbiology and biotechnology / P. Henschke, V. Jiranek; ed / Ed. G. H. Fleet. Chur: Harwood Academic Publishers, 1993. P. 77–165.
3. Henschke, P. Hydrogen sulfide formation during fermentation: Effect of nitrogen composition in model grape must / P. Henschke, V. Jiranek // Proceedings of the International Symposium on Nitrogen in Grapes and Wines / Ed. J. Rantz. Seattle, WA, 1991. P. 172–184.
4. Ribéreau-Gayon, P. Traité d'œnologie. T. 1, 2. / P. Ribéreau-Gayon [et al.] 5^{ème} ed. Paris: Dunod, 2004.
5. Sablayrolles, J.-M. Carences nutritionnelles des moûts. Efficacité des ajouts combinés d'azote ammoniacal et d'oxygène / J.-M. Sablayrolles [et al.] // Revue Française d'œnologie. 1996. P. 25–29.

Институт энологии Шампани

www.ioc.eu.com



Institut oenologique de Champagne ZI de Mardeuil – Route de Cumières 51200 Epernay – France

Энолог-консультант ИОС в странах Восточной Европы и Австрии Аврора Жёду:
tel.: +33 676 397 441; e-mail: ajeudy@ioc.eu.com

Москва, ООО «Эносервис», контактное лицо – Маргарита Панкратова
Тел.: +7 (499) 709-62-24, +7 (926) 906-01-40; e-mail: iocrussia@mail.ru

