

AGAR

GELIFICANTE NATURAL COM MÚLTIPLAS APLICAÇÕES

O agar é o mais antigo ficocolóide. Seu alto poder gelificante, o torna um ingrediente útil em diversas aplicações na indústria alimentícia.

ORIGEM

O agar também conhecido como agar agar ou agarose, é um hidrocolóide extraído de diversos gêneros e espécies de algas marinhas vermelhas, da classe *Rodophyta*, onde ocorre como carboidrato estrutural na parede das células. Tais algas que contêm o agar são denominadas agarófitas.

O teor de agar nas aga-

rófitas varia de acordo com as condições do mar: concentração de dióxido de carbono, tensão de oxigênio, temperatura da água e intensidade de radiação solar.

As principais espécies de valor comercial são as agarófitas dos gêneros *Gracilária* (Gracilariaceae), *Gelidium* (Gelidiaceae), *Pterocladia* (Gelidiaceae) e *Ahnfeltia* (Phylloporaceae).



Gracilária

Os registros históricos apontam que o agar é o ficocolóide de utilização mais antiga, sendo que foi o primeiro a ser usado na indústria alimentícia na forma de géis e em diversas outras aplicações industriais, como aditivo em alimentos.

De acordo com uma lenda japonesa, o método original de produção do agar foi descoberto em meados do século dezessete, presumidamente, em 1658. No inverno desse ano, o Imperador japonês e sua escolta imperial perderam-se nas montanhas durante uma tempestade de neve e refugiaram-se em uma pequena hospedaria. No jantar, o dono do estabelecimento ofereceu, cerimoniosamente, um prato tradicional à base de geleia, elaborada a partir de algas marinhas; era preparado cozinhando a alga vermelha *Gelidium sp.* com água. Após o jantar, o resto de geleia foi jogado fora e, durante a noite, congelou. De dia, derreteu e sequeu ao calor do sol, transformando-se, após alguns dias, em uma substância branca, seca e porosa. Ao encontrar a substância e, com surpresa, o dono do estabelecimento descobriu que fervendo a mesma com mais água, obtinha-se novamente uma geleia, até mais clara do que a original. O método de fabricação do agar tinha sido assim, acidentalmente, descoberto.

O agar, como gelatina adoçada e aromatizada, é conhecido no Oriente há muito tempo. No Japão é chamado de *Kanten*, que significa “água fria” e, na



Agar em gel

China como *Dongfen*, que significa, literalmente, “pó congelado”.

A palavra agar é de origem malaia, onde é usada na forma dobrada agar-agar, a qual se refere, originalmente, a gelatinas obtidas de certas algas, em particular a *Eucheuma muricatum*, das Índias Orientais. Segundo a história, os imigrantes chineses instalados nas Índias Orientais importavam o *Kanten* japonês para seu uso próprio, passando a apelidá-lo de agar-agar. Os europeus, basicamente os portugueses e os holandeses, das Índias Orientais, aprenderam a usar o produto na preparação de geleia de frutas e, subsequentemente, o introduziram na Europa. Foi assim que um nome malaio acabou sendo usado para um produto de origem genuinamente japonesa.

O agar ainda era muito pouco conhecido quando foi utilizado pela primeira vez como meio de cultura. Até então, a gelatina era utilizada para gelificar meios de cultura ou era consumida pelos próprios microorga-

nismos ou derretia-se em dias quentes, prejudicando os experimentos que requeriam meios de cultura sólidos. Em 1882, o uso do agar-agar foi anunciado como meio de cultura em experimentos sobre a bactéria da tuberculose. E, desde essa época, o agar-agar passou a ser utilizado com sucesso como meio de cultura em sólidos.

O agar é indigerível pela grande maioria dos microorganismos, o que tornou universal seu uso em microbiologia para o crescimento de microorganismos em meio sólido. Atualmente, o agar empregado em microbiologia é produzido pela indústria especializada na manufa-

tura de meios de cultura e disponível em vários graus de pureza. É especialmente útil por manter-se sólido (na verdade com densidade de um gel firme) em temperaturas comumente empregadas para cultura de bactérias (37°C), temperatura ótima para seu desenvolvimento. As culturas em meio sólido são muito importantes, pois permitem a identificação e o isolamento de culturas puras (colônias, originadas de um único microorganismo), o que não é viável em meios de cultura líquidos.

No preparo de meios de cultura sólidos, o agar é, via de regra, adicionado na concentração de 15 gramas por litro de meio líquido. As características gerais do agar são: não tóxico (para a maioria dos microorganismos e humanos); derrete somente a 100°C, mas solidifica-se a cerca de 45°C (dependendo da concentração); mantém-se estável, mesmo sob temperaturas de esterilização (120°C); e é fisiologicamente inerte (poucas bactérias expressam enzimas capazes de digeri-lo).

A produção de agar por técnicas de congelamento



modernas iniciou-se em 1921, na Califórnia, Estados Unidos, tendo sido patenteado em 1923. No decorrer da Segunda Guerra Mundial, o agar também passou a ser produzido na Espanha e em Portugal. Mesmo nas modernas plantas de produção atuais, o princípio fundamental de extração e purificação do agar, por congelamento/derretimento, continua bastante similar ao descoberto há 350 anos atrás.

ESTRUTURA E PROPRIEDADES

Em seu estado natural, o agar ocorre como carboidrato estrutural da parede celular das algas agarófitas, existindo na forma de sais de cálcio ou uma mistura de sais de cálcio e magnésio. É uma mistura heterogênea de dois tipos de polissacarídeos: a agarose, um polímero neutro, e a agaropectina, um polímero com carga sulfatado. A agarose, fração geleificante, é uma molécula linear neutra, essencialmente livre de sulfatos, que consiste de cadeias repetidas de unidades alternadas β -1,3 D-galactose e α -1,4 3,6-anidro-L-galactose. A agaropectina, fração não geleificante, é um polissacarídeo sulfatado (3% a

10% de sulfato), composto de agarose e porcentagens variadas de éster sulfato, ácido D-glucurônico e pequenas quantidades de ácido pirúvico. A proporção desses dois polímeros varia de acordo com a espécie da alga, sendo que a agarose é o componente principal, representando cerca de 70% do total.

De forma simplificada, pode-se dizer que a agarose e a agaropectina se diferenciam pela presença de restos de sulfato e piruvato, relativamente abundantes na agaropectina e escassos na agarose. Os restos de sulfato aparecem sobre unidades de galactose que, então, ocupam o lugar de uma anidrogactose na sequência alternada.

Precisamente, as algas sintetizam o agar em forma sulfatada, produzindo a anidrogactose na eliminação enzimática do sulfato. Trata-se de um detalhe muito importante, já que o conteúdo de sulfato decresce com a maturidade da planta e, por sua vez, aumenta muito a resistência dos géis de agar obtidos a partir dela. Também, dependendo das espécies, alguns restos de galactose possuem grupos metilo no carbono 6.

A quantidade e qualida-



de do agar acumulado dependem de diversos fatores biológicos e ambientais, e é diferente em distintas zonas da alga.

O agar é insolúvel em água fria, porém expande-se consideravelmente, bem como absorve uma quantidade de água de cerca de 20 vezes o seu próprio peso, formando um gel não absorvível, não fermentável e com importante característica de ser atóxico.

Possui em sua composição, principalmente, fibras e sais minerais (P, Fe, K, Cl, I), celulose, anidrogactose e uma pequena quantidade de proteínas.

O agar é insolúvel em água fria, porém expande-se consideravelmente e absorve uma quantidade de água de cerca de até 20 vezes o seu próprio peso. A dissolução em água quente é rápida e pode-se observar a formação de um gel firme em concentrações tão baixas quanto

0,5%. O agar em pó seco é solúvel em água e outros solventes à temperaturas de 95°C a 100°C. Na forma de pó umedecido, por imersão em etanol, 2-propanol, acetona ou salinizado por altas concentrações de eletrólito, é solúvel em uma variedade de solventes à temperatura ambiente.

A fração geleificante do agar possui uma estrutura de dupla hélice. Essa estrutura agrega-se para formar uma estrutura tridimensional, que retém as moléculas de água nos seus interstícios, formando, assim, géis termorreversíveis. A propriedade de geleificação do agar é devido aos três átomos de hidrogênio equatorial nos resíduos de 3,6-anidro-L-galactose, que limitam a molécula para formar uma hélice. A interação das hélices causa a formação do gel.

Quanto ao poder de geleificação, o agar é notável dentre os hidrocolóides.



O gel de agar pode ser obtido em soluções muito diluídas, contendo uma fração de 0,5% a 1,0% de agar. O gel é rígido, possui formas bem definidas e pontos de fusão e geleificação precisos. Além disso, demonstra claramente os interessantes fenômenos de sinérese (exsudação espontânea da água de um gel que está em repouso) e histerese (intervalo de temperatura entre as temperaturas de fusão e geleificação). A geleificação ocorre à temperaturas muito abaixo da temperatura de fusão. Uma solução de 1,5% de agar, forma um gel ao ser resfriado para uma temperatura de 32°C a 45°C e a fusão de tal gel não ocorre à temperaturas inferiores a 85°C. Esse intervalo de histerese é uma propriedade do agar que encontra uma variedade de usos em aplicações alimentícias.

A força de gel do agar é influenciada pelos fatores de concentração, tempo, pH e conteúdo de açúcar. O pH afeta notadamente a força de gel do agar: o decréscimo do pH diminui a força de gel. O conteúdo de açúcar também tem um efeito considerável sobre o gel de agar, pois seu aumento resulta em um gel com maior dureza, porém com menor coesão.

A viscosidade de uma solução de agar é influenciada e dependente da fonte da matéria-prima. A viscosidade à temperaturas acima do seu ponto de geleificação é relativamente constante em pH de 4,5 a 9,0 e não é muito afetada por idade ou força iônica

dentro da gama de pH de 6,0 a 8,0. Entretanto, iniciada a geleificação, à temperatura constante, a viscosidade aumenta com o tempo. A viscosidade de uma solução de agar-agar a temperatura constante e concentração igual é uma função direta do peso molecular médio. A viscosidade raramente excede 10 a 15cp, em concentração de 1% e 60°C a 90°C. Geralmente, a viscosidade é menor a medida que a força do gel aumenta. O peso molecular médio do agar varia entre 8.000 até mais de 100.000.

Uma solução de agar possui uma carga levemente negativa. A sua estabilidade depende de dois fatores: hidratação e carga elétrica. A remoção de ambos os fatores resulta na floculação do agar. Soluções de agar expostas a altas temperaturas por períodos prolongados podem se degradar, resultando na diminuição da força de gel após a diminuição da temperatura e a formação deste. Este efeito de diminuição da força de gel é intensificado com o decréscimo do pH. Portanto, deve-se evitar a exposição de soluções de agar a altas temperaturas e pH menores do que 6,0 por períodos prolongados.

O agar na forma seca não está sujeito a contaminação por microorganismos. Entretanto, soluções e géis de agar são meios

férteis de contaminação por bactérias e fungos e as devidas precauções devem ser tomadas para evitar o crescimento de microorganismos.

PROCESSO DE PRODUÇÃO

O agar pode apresentar-se em diversas formas: pó, flocos, barras e fios. Para aplicações industriais, o agar em pó é o mais utilizado. As formas de flocos,

zada pode haver pequenas alterações no processo produtivo. As espécies *Gelidium spp.* contêm um agar de excelente qualidade, com gel de alta resistência e baixo conteúdo de sulfato, fazendo com que não seja necessário, como no caso das espécies *Gracilária spp.*, um pré-tratamento alcalino.

A fabricação de agar à partir das espécies *Gracilária spp.* é, de forma geral, similar, porém como



barras e fios são mais utilizadas para fins culinários.

A produção de agar em pó e em flocos pode ser realizada por dois métodos: gel-press ou precipitação em solventes. No entanto, o método de precipitação em solventes não é muito utilizado atualmente pelo seu alto custo e baixa eficiência.

O agar em forma de barras e fios é produzido por um sistema tradicional, mais artesanal. Dependendo da matéria-prima utili-

as *Gracilária* contêm uma quantidade considerável de galactanas sulfatadas (o precursor da agarose), dependendo das espécies, estação e localização, torna-se extremamente importante aplicar um tratamento alcalino para melhorar a qualidade do produto. Assim, após a fase de branqueamento e antes da extração a quente, são introduzidas fases de tratamento alcalino e subsequente lavagem.

APLICAÇÃO INDUSTRIAL

Uma solução de agar em água forma um gel característico com temperatura de fusão de 85°C a 95°C e temperatura de gelificação de 32°C a 45°C. Esta propriedade física torna-o consideravelmente útil como ingrediente aditivo em diversas aplicações na indústria alimentícia, sendo utilizado em produtos lácteos, como sorvetes, pudins, flans, iogurtes, leite fermentado,

massas de pão.

O agar é normalmente comercializado na forma de pó ou em tiras de algas secas. Possui aspecto esbranquiçado e semitranslúcido.

Para a fabricação de gelatina, o agar é fervido em água a concentrações de 0,7% a 1%, até a dissolução do sólido; após essa operação, são adicionados, por exemplo, agentes adoçantes, corantes, aromas e pedaços de frutas. A mistura, ainda líquida, pode ser vertida para dentro

valor nutricional do *Kanten*, assim como o fato de ser composto por cerca de 80% de fibras, contribui para o controle do peso, tanto pela substituição do alimento, como, possivelmente, pelo efeito laxativo desse produto. Existem também alegações que o *Kanten* é eficaz contra a Diabetes.

O gel de agar tem a interessante propriedade de inibir a liquefação característica que ocorre na ação enzimática de microorganismos. Esta pro-

de colesterol e como agente de suspensão em diversos tipos de emulsões.

O agar encontra ainda várias outras aplicações industriais onde um agente gelificante se faz necessário, como em próteses dentárias, emulsões fotográficas, diferenciação de proteínas por eletroforese, cromatografia por exclusão de tamanho, moldagem de materiais e meios de cultura de tecido de plantas em biotecnologia.

O agar, em uma forma pura para análise e suple-



sorbets e leite gelificado; em doces e confeitaria, na fabricação de balas de goma, marrom glacê, geleia de mocotó, geleia fantasia, bananada, doces em massa, confeitos, sobremesa tipo gelatina e merengues; em produtos cárneos, como patês, produtos enlatados de peixe, frango e carne; em bebidas, para clarificação e refinação de sucos, cervejas, vinhos e vinagres; e em panificação, onde é usado em cobertura de bolos, recheio de tortas e

de fôrmas, onde arrefece, tomando a forma desejada. Pode, ainda, ser parte de outras sobremesas, como por exemplo, como camada de gelatina em semifrio.

Um tipo de dieta surgido na Ásia é a dieta *Kanten*. Esse tipo de agar triplica o seu volume quando ingerido, devido à absorção de água. Como o consumidor sente o apetite saciado com esse efeito, tende a ingerir menor quantidade de outros alimentos. A ausência de

propriedade encontra uma variedade de aplicações nas indústrias médica e farmacêutica, onde o agar é utilizado como substrato na preparação de meios de cultura bacteriana em microbiologia, como laxativo e como agente terapêutico no tratamento de disfunções digestivas, como agente retardador e carregador na administração de remédios, antibióticos e vitaminas, como agente de suspensão de sulfato de bário em radiologia, como estabilizador de soluções

mentado com uma mistura de nutrientes, é usado em biologia vegetal para auxiliar a germinação de plantas em placas de Petri, sob condições estéreis. Essas misturas são bem controladas e mais ou menos constantes para cada tipo de planta.

A solidificação do agar em um meio de cultura é dependente do pH, com uma gama ótima de 5,4 a 5,7. Por vezes, é usado hidróxido de potássio (KOH) para aumentar o pH, sendo o meio poste-

riormente esterilizado por autoclave. Esse tipo de meio é particularmente útil na aplicação de concentrações específicas de, por exemplo, fito hormonas, de modo a induzir determinados padrões de crescimento. Isso é obtido adicionando a hormona ao meio de cultura, sendo este posteriormente autoclavado. Essa mistura pode, então, ser espalhada na superfície das placas de Petri em que germinam as sementes.

O agar é muito usado em meios de cultura sólidos para bactérias e fungos, mas não para vírus. Alguns vírus podem, no entanto, ser cultivados em bactérias que, por sua vez, crescem em agar. Menos de 1% de todas as bactérias conhecidas podem ser cultivadas nestes tipos de meios, mas a formulação básica do meio de cultura com agar é adequado para a maioria. Esse tipo de meio de cultura é feito

adicionando agar (normalmente 1,5% a 2%) e componentes de meio de cultura específicos para cada tipo de microorganismo a água destilada. A mistura, após esterilizada, é vertida, enquanto líquida, para placas de Petri ou tubos. Por vezes, é adicionado um suplemento após a esterilização como, por exemplo, antibióticos (o calor da esterilização destrói determinados suplementos, não permitindo a sua adição anterior). Após a solidificação do meio, este encontra-se apto a albergar o crescimento de microorganismos.

Diferentes microorganismos possuem diferentes necessidades nutricionais, por isso, o meio de cultura é adaptado para satisfazer essas necessidades. Por exemplo, um tipo de meio é o blood agar (literalmente, agar de sangue), que possui como suplemento sangue de cavalo e é usado para

detectar a presença de organismos hemorrágicos, como a *Escherichia coli*. A detecção é feita através da digestão do sangue, que torna a placa mais clara.

A agarose é muito usada em biologia molecular como matriz na eletroforese em gel. Géis de agarose com concentrações tipicamente entre 0,5% e 2,5% são usados para separação de moléculas de ácidos nucleicos de diferentes tamanhos.

Os géis de agarose são feitos dissolvendo a quantidade desejada de agarose em solução tampão adequada aquecida, sendo esta despejada em um molde retangular. Enquanto a mistura não solidifica, é inserido um pente específico para que existam pequenos poços no gel. Esse processo é possível porque a agarose apresenta histerese, ou seja, solidifica a uma temperatura (32°C a 40°C) diferente da temperatura

de fusão (85°C). Após a completa solidificação da agarose, o pente é retirado e as amostras podem ser aplicadas nos poços formados. O gel é colocado em uma tina contendo o mesmo tipo de solução tampão usada no gel e sujeita a uma diferença de potencial, que pode chegar até 150 volts. Os ácidos nucleicos migram do polo negativo (cátodo) para o polo positivo (ânodo), separando-se segundo o seu tamanho: as moléculas menores encontram menos resistência a passagem através do gel, migrando mais rapidamente em direção ao polo positivo.

A eletroforese em gel de agarose é uma das ferramentas mais utilizadas para verificação da qualidade (pureza e quantidade) de DNA ou RNA de uma amostra (por exemplo, para verificar a presença de produtos desejados de PCR), assim como para a purificação de ácidos nucleicos. Nesta, o DNA de interesse é separado dos demais contaminantes (outras moléculas de DNA de diferentes tamanhos), posteriormente exilado e separado da agarose.

A indústria de ficolóides é um mercado crescente que movimentará milhões de dólares no mundo. O interesse econômico pelos ficolóides explica-se pelo fato de apresentarem propriedades gelatinizantes e espessantes, o que lhes agrega considerável valor comercial.



AGAR

GELIFICANTE NATURAL CON MÚLTIPLES APLICACIONES

El agar también conocido como agar agar o agarosa, es un hidrocoloide extraído de diversos géneros y especies de algas marinas rojas, de la clase Rodophyta, donde ocurre como carbohidrato estructural en la pared de las células. Estas algas que contienen el agar se denominan agarofitas.

El contenido de agar en las agarofitas varía de acuerdo con las condiciones del mar: concentración de dióxido de carbono, tensión de oxígeno, temperatura del agua y intensidad de radiación solar.

Las principales especies de valor comercial son las agarofitas de los géneros *Gracilaria* (Gracilariaceae), *Gelidium* (Gelidiaceae), *Pterocladia* (Gelidiaceae) y *Ahnfeltia* (Phyllophoraceae).

Los registros históricos apuntan que el agar es el ficocoloide de uso más antiguo, siendo el primero en ser utilizado en la industria alimenticia en forma de geles y en diversas otras aplicaciones industriales, como aditivo en

alimentos.

El agar, como gelatina endulzada y aromatizada, es conocido en Oriente desde hace mucho tiempo. En Japón se llama *Kanten*, que significa “agua fría” y en China como *Dongfen*, que significa literalmente “polvo congelado”.

La palabra agar es de origen malayo, donde se utiliza en la forma doblada agar-agar, a la que se refiere, originalmente, a las gelatinas obtenidas de ciertas algas, en particular a *Eucheuma muricatum*, de las Indias Orientales.

El agar es indigerible por la gran mayoría de los microorganismos, lo que hizo universal su uso en microbiología para el crecimiento de microorganismos en medio sólido. Actualmente, el agar utilizados en microbiología es producido por la industria especializada en la fabricación de medios de cultivo y disponibles en diferentes grados de pureza. Es especialmente útil por mantenerse sólido (en realidad con densidad de un gel firme) a temperaturas comúnmente empleadas para cultivo de bacterias (37°C), temperatura óptima para su desarrollo.

La producción de agar

por técnicas de congelación modernas se inició en 1921, en California, Estados Unidos, habiendo sido patentado en 1923. En el transcurso de la Segunda Guerra Mundial, el agar también pasó a ser producido en España y Portugal. Incluso en las modernas plantas de producción actuales, el principio fundamental de extracción y purificación del agar, por congelación/derretimiento, sigue siendo muy similar al descubierto hace 350 años.

En su estado natural, el agar se produce como carbohidratos estructurales en las paredes celulares de las algas agarofitas, existente en forma de sales de calcio o una mezcla de sales de calcio y magnesio. Es una mezcla heterogénea de dos tipos de polisacáridos: la agarosa, un polímero neutro, y la agaropectina, un polímero con carga sulfatada. La agarosa, fracción gelificante, es una molécula lineal neutra, esencialmente libre de sulfatos, que consiste en cadenas repetidas de unidades alternas β -1,3-D-galactosa y α -1,4-3,6-anhidro-L-galactosa. La agaropectina, fracción no gelificante, es un polisacárido

do sulfatado (3% a 10% de sulfato), compuesto de agarosa y distintos porcentajes de éster sulfato ácido D-glucurónico y pequeñas cantidades de ácido pirúvico. La proporción de estos dos polímeros varía según las especies de algas, siendo que la agarosa es el componente principal, que representa aproximadamente el 70% del total.

El agar es insoluble en agua fría, pero amplía considerablemente, así como

también absorbe una cantidad de agua a alrededor de 20 veces su propio peso, formando un gel no absorbible, no son fermentables y con característica importante a ser atóxico.

Tiene en su composición, principalmente, fibras y sales minerales (P, Fe, K, Cl, I), celulosa, anhidrogalactosa y una pequeña cantidad de proteínas.

El agar en polvo seco es soluble en agua y otros solventes a temperaturas de 95°C a 100°C. En forma de polvo humedecido, es soluble en una variedad de solventes a temperatura ambiente.

La fracción de gelificante agar posee una estructura de doble hélice. Esta estructura se agrega para formar una estructura tridimensional, que retiene las moléculas de agua en sus intersticios, formando así geles termorreversibles. La propiedad de la gelificación agar es debida a tres átomos de hidrógeno ecuatorial en los residuos de 3,6-anhidro-L-galactosa, que limitan la molécula para formar una hélice. La interacción de las hélices causa la formación del gel.

Cuanto al poder de gelificación, el agar es notable entre los hidrocoloides. El gel de agar puede ser obtenido en soluciones muy diluidas, conteniendo una fracción de 0,5% a 1,0% de agar. El gel es rígido, tiene formas bien definidas y puntos de fusión y gelificación precisos. Además, demuestra claramente los interesantes fenómenos de

sinéresis (exudación espontánea del agua de un gel que está en reposo) e histéresis (intervalo de temperatura entre las temperaturas de fusión y gelificación). La gelificación ocurre a temperaturas muy por debajo de la temperatura de fusión. Una solución de 1,5% de agar, forma un gel cuando es enfriado a una temperatura de 32°C a 45°C y la fusión de este gel no ocurre a temperaturas por debajo de 85°C. Este intervalo de histéresis es una propiedad del agar que encuentra una variedad de usos en aplicaciones alimenticias.

La fuerza de gel del agar es influenciada por los factores de concentración, tiempo, pH y contenido de azúcar. El pH afecta notablemente la fuerza de gel del agar: el descenso del pH disminuye la fuerza de gel. El contenido de azúcar también tiene un efecto considerable sobre el gel de agar, pues su aumento resulta en un gel con mayor dureza, pero con menor cohesión.

La viscosidad de una solución de agar es influenciada y dependiente de la fuente de la materia prima. La viscosidad a temperaturas por encima de su punto de gelificación es relativamente constante en pH de 4,5 a 9,0 y no está muy afectada por edad o fuerza iónica dentro del rango de pH de 6,0 a 8,0. Sin embargo, iniciada la gelificación, a la temperatura constante, la viscosidad aumenta con el tiempo. La viscosidad de una solución de agar-agar

a temperatura constante y concentración igual es una función directa del peso molecular medio. La viscosidad rara vez excede 10 a 15 cp, a una concentración de 1% y 60°C a 90°C. Generalmente, la viscosidad es menor a medida que la fuerza del gel aumenta. El peso molecular medio del agar varía entre 8.000 a más de 100.000. Una solución de agar tiene una carga ligeramente negativa. Su estabilidad depende de dos factores: hidratación y carga eléctrica. La eliminación de ambos factores resulta en la floculación de agar. Las soluciones de agar expuestas a altas temperaturas por períodos prolongados pueden degradarse, resultando en la disminución de la fuerza de gel después de la disminución de la temperatura y la formación de éste. Este efecto de disminución de la fuerza de gel se intensifica con el descenso del pH. Por lo tanto, se debe evitar la exposición de soluciones de agar a altas temperaturas y pH menores de 6,0 por períodos prolongados.

El agar en la forma seca no está sujeto a contaminación por microorganismos. Sin embargo, soluciones y geles de agar son medios fértiles de contaminación por bacterias y hongos y las debidas precauciones deben ser tomadas para evitar el crecimiento de microorganismos.

Una solución de agar en agua forma un gel característico con una temperatura de fusión de 85°C a 95°C y una temperatura de gelifi-

cación de 32°C a 45°C. Esta propiedad física lo hace considerablemente útil como ingrediente aditivo en diversas aplicaciones en la industria alimenticia, siendo utilizado en productos lácteos, como helados, pudines, flans, yogures, leche fermentada, sorbetes y leche gelificada; en dulces y confitería, en la fabricación de goma de mascar, marrón glacé, mocotó jalea, jalea fantasía, dulce de plátano, dulces en masa, confites, postre tipo gelatina y merengues; en productos cárnicos, como patés, productos enlatados de pescado, pollo y carne; en bebidas, para clarificación y refinación de jugos, cervezas, vinos y vinagres; y en panificación, donde se utiliza en la cobertura de pasteles, relleno de tartas y pastas de pan.

El agar normalmente se comercializa en forma de polvo o en tiras de algas secas. Tiene aspecto blanquecino y semitranslúcido.

El agar encuentra además varias otras aplicaciones industriales donde un agente gelificante se hace necesario, como en prótesis dentales, emulsiones fotográfica, diferenciación de proteínas por electroforesis, cromatografía por exclusión de tamaño, moldeado de materiales y medios de cultivo de tejido de plantas de biotecnología.