

Optimierung der Performance von Milchstarterkulturen mittels Stressinduktion durch gepulste elektrische Felder und Hitze



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle(n):	Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL), Quakenbrück Dr. Volker Heinz/PD Dr. Christian Hertel
Industriegruppe(n):	Milchindustrie-Verband e.V. (MIV), Berlin
Projektkoordinator:	Dr. Simon Bauer Bayerische Milchindustrie eG (BMI), Wang
Laufzeit:	2019 – 2022
Zuwendungssumme:	€ 249.910,--

Ausgangssituation

Für die Herstellung fermentierter Milchprodukte, wie z.B. Sauermilcherzeugnisse und Käse, werden Starterkulturen eingesetzt. Ihre Stoffwechselaktivität bewirkt eine schnelle Senkung des pH-Wertes, was für die mikrobiologische Produktsicherheit und die Bildung des Gelnetzwerks notwendig ist. Nicht zuletzt spielen diese Kulturen auch eine wichtige Rolle bei der Ausprägung der sensorischen Produkteigenschaften. Bei der Herstellung von Joghurt werden spezielle Starterkulturen eingesetzt, welche den pH-Wert schnell und zuverlässig von ca. pH 6,6 bis 5,5 auf pH 4,5 innerhalb von mehreren Stunden absenken. Dieser Ansäuerungsschritt am Anfang der Fermentation ist mit Energie- und Materialkosten verbunden und das Produktionsvolumen wird in der Praxis begrenzt durch die zur Verfügung stehenden Kapazitäten in den Produktionsräumen und der Zeit, die für die Ansäuerung benötigt wird.

Die Kinetik der Säuerung wird, neben der Milchezusammensetzung und den vorherrschenden Umweltfaktoren, maßgeblich vom physiologischen Status bzw. von der Performance der Starterorganismen bestimmt. Als Antwort auf eine Konfrontation der Organismen mit verschiedenen Stresssituationen können Änderungen bezüglich des physiologischen Status bzw. der Performance erhalten werden. Diese äußern sich z.B. in Änderungen der Wachstumsrate oder der metabolischen Aktivität, so dass auch die Sensorik der Produkte betroffen sein kann. In jüngerer Zeit konnte gezeigt werden, dass Stress, der durch die Anwendung von gepulsten elektrischen Feldern (PEF) ausgelöst wird, in vitro verschiedene phänotypische Reaktionen, wie die Steigerung der Wachstumsrate, der Säuretoleranz, der Exopolysaccharidbildung und der proteolytischen Aktivität, hervorruft. Voruntersuchungen wiesen außerdem darauf hin, dass unter bestimmten Bedingungen eine Behandlung von Joghurt-Starterkulturen (*Streptococcus thermophilus* und *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) mit PEF vor der Inokulation in Milch bereits ohne weitere Optimierung schon zu einer Verkürzung der Lag-Phase der Säuerung (ca. 17 min) führt. Diese Zeit entspricht ca. einer Generation im Wachstum der Starterorganismen, so dass deren Keimzahl bei gleichbleibender Ansäuerungszeit um ca. die Hälfte gesenkt werden könnte. Bei Senkung der Inokulationshöhe mit gleichzeitiger Zeitersparnis kann ein Potenzial zur Kostenreduktion des Produktionsprozesses abgeleitet werden. Der Mechanismus der Beschleunigung bzw. die Stressantwort, die durch die Anwendung einer milden PEF-Behandlung hervorgerufen wird, ist allerdings bisher unbekannt. Darüber hinaus

waren die optimalen Einstellungen hinsichtlich der PEF-Parameter, wie Feldstärke, Pulszahl, Pulsfrequenz und Pulsausprägung, für die Erreichung einer maximalen Säuerungsrate bei Starterkulturen noch weitestgehend unbekannt. Auch waren mögliche Änderungen in den Texturierungs- und Geschmacksbildungseigenschaften der Starterorganismen für die Milch nach einer PEF-Behandlung bisher unerforscht.

Ziel des Forschungsvorhabens war deshalb die Erarbeitung von Grundlagen für eine wissensbasierte Auswahl und Anwendung von Milchstarterkulturen auf Basis von *S. thermophilus* und *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, die zur Optimierung bzw. Veränderung ihrer Performance in der Milchfermentation einer Stressinduktion durch gepulste elektrische Felder (PEF) unterzogen werden. Zum Zweck des Vergleichs sollte die Stressinduktion durch milde Hitze mitbetrachtet werden, da bereits grundlegendes Wissen zur Hitzeschockantwort verfügbar war und eine industrielle Umsetzung der Stressbehandlung als realistisch einzuschätzen war.

Forschungsergebnis

Im Rahmen des Vorhabens wurden die Auswirkungen der Vorbehandlung einer Milch-Starterkultur mit gepulsten elektrischen Feldern (PEF) oder mit Hitzestress auf die daraus folgenden Eigenschaften der Joghurt-Fermentation sowie auf die Eigenschaft des Endprodukts untersucht. Die Vorbehandlung der Starterkultur mit PEF hatte einen geringfügigen Einfluss auf die Beschleunigung der Fermentation, jedoch wurden bemerkenswerte Auswirkungen auf die Härte des produzierten Joghurts festgestellt. Je nach PEF-Einstellungen, die für die Vorbehandlung der Starterkulturen verwendet wurde, konnte ein härterer oder weicherer Joghurt hergestellt werden, was die Tatsache unterstreicht, dass die PEF-Einstellung für die Vorbehandlung der Starterkulturen eine wichtige Rolle für die Eigenschaften des Endprodukts spielt. Bemerkenswerterweise konnten diese Effekte auch bei der Herstellung von Mozzarella nachdrücklich bestätigt werden. Durch die PEF-Vorbehandlung der Starterkulturen konnte Mozzarella-Käse mit weicherer und härterer Textur hergestellt werden. Interessanterweise beeinflusste die Vorbehandlung auch den Geschmack des Mozzarella-Käses, der je nach den Einstellungen für die PEF-Vorbehandlung der Starterkulturen von eher sauer/käsig bis mild reichte. Auch die Anwendung von Hitzestress auf die Starterkultur hatte Auswirkungen auf die Eigenschaften der Fermentation und des Endprodukts. Eine leichte Beschleunigung der Fermentation wurde im Allgemeinen bei Fermentationen beobachtet, bei denen die Starttemperatur (Stress) am höchsten war. Wiederholte Versuche bestätigten, dass die Vorbehandlung der Starterkultur mit den optimalen Einstellungen zu einer allgemeinen Verringerung der Synärese des Joghurts sowie zu festerem Joghurt im Vergleich zu den Kontrolljoghurts führte. Das Einfrieren und Lagern der Starterkulturen direkt nach ihrer Vorbehandlung mit PEF führte zur Konservierung ihrer Performance. Tatsächlich war Joghurt, der aus PEF-vorbehandelten, gefroren gelagerten und anschließend aufgetauten Kulturen hergestellt wurde, noch fester und wies weniger Synärese auf als Joghurt, der mit unbehandelten, aber gefrorenen und aufgetauten Starterkulturen hergestellt wurde. Ein möglicher Zusammenhang zwischen den Eigenschaften der Joghurts, die mit PEF-vorbehandelten Starterkulturen zubereitet wurden, und den festgestellten Unterschieden in den Gehalten an Palmitoleinsäure und Linolsäure in diesen Joghurts muss noch weitergehend untersucht werden. Veränderungen im Gehalt an flüchtigen und polaren Metaboliten wurden in den Joghurts, die mit vorbehandelten Kulturen hergestellt wurden, nicht festgestellt.

Wirtschaftliche Bedeutung

Mit einem Umsatz von rund 29,5 Mrd. € (2021) ist die Milchwirtschaft eine der wichtigsten Teilbranchen der deutschen Lebensmittelindustrie und macht 19,5 % des Gesamtumsatzes der Branche aus. Sauermilchprodukte und Milchmischgetränke, zu denen auch Joghurt zählt, gehören nach der Konsummilch zu den zweitwichtigsten Produkten. Der Pro-Kopf-Verbrauch von Sauermilch und Milchmischgetränken lag 2021 bei 29,1 kg und damit nur noch an zweiter Stelle hinter Konsummilch mit 47,8 kg. Davon betrug der Anteil von Joghurt 14,2 kg, während Käse mit 25,3 kg an dritter Stelle lag.

Die Ergebnisse zeigen, dass eine geeignete PEF-Vorbehandlung der Starterkulturen zu einer ca. 20-minütigen Beschleunigung der 5-stündigen logarithmischen Säuerung der Milch führen kann. Da die Säuerungsphase der Milch ein wichtiger Schritt für die Sicherheit von fermentierten Produkten, wie Joghurt und Käse, ist, wird diese Beschleunigung der Säuerung durch die schnellere Unterdrückung von Krankheitserregern zur Verbesserung

der Sicherheit von Milchprodukten beitragen. Dies ist für kleinere und mittlere Unternehmen (KMU) von Bedeutung, die nur begrenzt die Möglichkeit haben, ihre Rohstoffe schnell bzw. hausintern mikrobiologisch zu untersuchen. Außerdem zeigen die Ergebnisse, dass durch eine PEF-Vorbehandlung der Starterkulturen eine Veränderung der organoleptischen Eigenschaften des Fermentationsproduktes erreicht werden kann. KMU wird es dadurch ermöglicht, sich mit ihren Produkten von der Konkurrenz abzuheben, und zwar ohne Wechsel der Starterkultur. Darüber hinaus kann durch eine geeignete PEF-Vorbehandlung der Starterkulturen die Härte des Käses beeinflusst werden, wie im Rahmen dieses Projektes bei Mozzarella-Käse nachgewiesen wurde. Eine Erhöhung der Härte des Käses kann u.a. zur Verringerung der Produktverluste beim Schneiden führen. Dies ist vor allem für KMU von Bedeutung, da bei diesen die wirtschaftliche Belastung durch Produktverluste erheblich sein kann.

Die Möglichkeit zur Konservierung der Veränderung der Performance durch eine PEF-Behandlung, wie sie in diesem Vorhaben für die Gefrierung gezeigt wurde, ist auch für die Starterkulturenhersteller von Bedeutung. Durch die Erzielung von Veränderungen im Fermentationsgeschehen und in den organoleptischen Eigenschaften der Endprodukte kann das Produktportfolio an Milchstarterkulturen ohne zusätzliche F&E-Leistung zur Etablierung neuer Starterstämme erweitert werden.

Publikationen (Auswahl)

1. FEI-Schlussbericht 2022.
2. Stühmeier-Niehe, C., Lass, L., Brocksieper, M., Chanos, P., & Hertel, C.: Pre-treatment of starter cultures with mild pulsed electric fields influences the characteristics of set yogurt. *Foods*, 12(3), 442. <https://doi.org/10.3390/foods12030442> (2023).
3. Chanos, P., Warncke, M. C., Ehrmann, M. A., & Hertel, C.: Application of mild pulsed electric fields on starter culture accelerates yogurt fermentation. *Eur. Food. Res. Technol.* 246 (3), 621-630. <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03428-9> (2020).
4. Hertel, C.: Stressinduktion bei Starterkulturen. *DIL-Jahresb.* 2020/2021, 108-109 (2021).
5. Hertel, C.: Optimierung der Performance von Milchstarterkulturen mittels Stressinduktion durch gepulste elektrische Felder. *DIL-Jahresb.* 2019/2020, 70-71 (2020).

Weiteres Informationsmaterial

Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL)
Prof.-von-Klitzing-Straße 7, 49610 Quakenbrück
Tel.: +49 5431 183-232
Fax: +49 5431 183-200
E-Mail: c.hertel@dil-ev.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)
Godesberger Allee 125, 53175 Bonn
Tel.: +49 228 3079699-0
Fax: +49 228 3079699-9
E-Mail: fei@fei-bonn.de

Förderhinweis

... ein Projekt der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 125, 53175 Bonn, wird/wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

*Bildnachweis - Seite 1: © Elea Vertriebs- und Vermarktungsgesellschaft mbH
Stand: 14. November 2024*