

Weniger Fettreif auf der Schokolade

Der Einfluss des Temperiergrads auf Kristallisation und Fließverhalten

Nur bei optimaler Temperierung erhalten Schokoladen ihre erwünschten Eigenschaften wie Glanz, Schmelz, Knackigkeit, Wärme- und Fettreifstabilität. Bisher gab es nur wenige wissenschaftliche Untersuchungen, die sich mit der Charakterisierung vorkristallisierter Schokoladenmassen beschäftigten. Ziel eines Forschungsvorhabens der IVLV war es, den Kristallgehalt in vorkristallisierten Schokoladenmassen zu erfassen und mit den rheologischen und physikalischen Eigenschaften in Beziehung zu setzen.

Schokolade wird wesentlich durch die Vorkristallisation bei der Temperierung beeinflusst. Bei der Temperierung werden Kristallkeime in der Fettphase der leicht unterkühlten Schokoladenschmelze erzeugt. Die Keime sollen bei weiterem Abkühlen der Masse eine schnelle und korrekte Kristallisation ermöglichen. Nur die thermodynamisch stabile β -(V)-Kristallform der Kakaobutter eignet sich, um einer späteren Fettreifbildung vorzubeugen. Dies erfordert eine optimierte Erzeugung, Menge und Verteilung der Fettkristalle in der Schokoladenmasse sowie eine Messtechnik, die den Kristallanteil in der vorkristallisierten Masse erfasst und kontrolliert. Im vergangenen Jahrzehnt gab es eine Vielzahl von Fortschritten in der Gestaltung von Temperieranlagen. Es wurde erkannt, dass Scherkräfte in der Temperiermaschine wesentlich für die Bildung und Struktur der Kristallkeime sind. Durch gezielten Schereintrag ließen sich konventionelle Temperiermaschinen (Scheibentemperieranlagen von Aasted, Sollich, Baker Perkins) verbessern und neuartige Maschinen (Impfscherkristallisation von Bühler) entwickeln. Im Projekt wurden weitere Verfahren untersucht, so wie das Seeding-Verfahren von Uelzena mit Schokoladenpulver. Bisher fehlten bei den neueren Alternativen und an den konventionellen Temperiermaschinen noch eingehende Untersuchungen.

Ziele des Forschungsvorhabens der IVLV war es, den Kristallgehalt in vorkristallisierten Schokoladenmassen zu erfassen und mit den rheologischen und physikalischen Eigenschaften in Beziehung zu setzen. Bisherige Untersuchungen konzentrieren sich auf Bitterschokoladen, während heute Milchscho-

laden wirtschaftlich interessanter sind. Diese kristallisieren schleppender, da eine Mischung aus Kakaobutter und MilCHFett vorliegt. Ebenfalls nicht untersucht war, wie sich der Temperiergrad einer temperierten Masse auf die spätere Kristallisationsgeschwindigkeit im Kühlkanal auswirkt. In der Produktion, beispielsweise mit Überziehanlagen, erfahren temperierte Massen oft längere Verweilzeiten bei konstanter Temperatur. Dabei könnte es zur Fraktionierung oder polymorphen Umlagerung von Kakaobutterkristallen kommen. Die Auswirkungen solcher Veränderungen der Kristallkeime auf die spätere Kristallisation und die Fettreifstabilität der Produkte sind noch unbekannt. Für Schokoladenhersteller stellt die Fettreifendenz ihrer Schokoladenprodukte ein Problem dar. Eine der Ursachen liegt sicher in den gestiegenen Produktionsgeschwindigkeiten mit verkürztem Durchlauf durch den Kühlkanal. Das Vorhaben der IVLV sollte mehr Klarheit über die Zusammenhänge der Stabilität mit Vor- und Kühlungskristallisation bringen und einen Beitrag zur Qualitätssicherung von Schokoladen und Pralinen leisten. Die Versuche wurden am Fraunhofer Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung (IVV) mit zwei Temperiermaschinen verschiedener Bauart von Sollich und Aasted durchgeführt.

Daneben waren vergleichende Versuche mit dem Seed-Verfahren möglich, das erst kürzlich entwickelt wurde. In der Messtechnik kam neben dem Sollich-Tempermeter auch das neu entwickelte Bühler Multitherm-Gerät zum Einsatz. Die Industriefirmen im projektbegleitenden Ausschuss ermöglichten vor Ort Messungen des Temperiergrads, die Untersuchung des Einflusses von Rohrleitungen auf den Temperiergrad und stellten Versuchspralinen für Lagertests her.

Messtechnik: Die Tempermeter erwiesen sich als leistungsfähige Messgeräte, unter der Voraussetzung, dass Probenahme und Messung standardisiert ablaufen. Die verschiedenen Tempermeter zeigten vergleichbare Ergebnisse. Die DSC-Thermoanalyse bestätigte ihre Eignung für die Kontrolle des Temperiergrads mit Einschränkungen. So eignet sich die Methode gut für normal bis übertemperte Proben. Die Nachweisgrenze reicht nicht aus, um untertemperte Massen zu erfassen. Die DSC-Methode kann allerdings mögliche Kristallfraktionierung in der Temperiermaschine nachweisen. In angeimpften Massen konnte die Kristallmenge mit DSC quantifiziert werden. Die



Schokolade wird wesentlich durch die Vorkristallisation bei der Temperierung beeinflusst

IVLV
Wissen vernetzen!

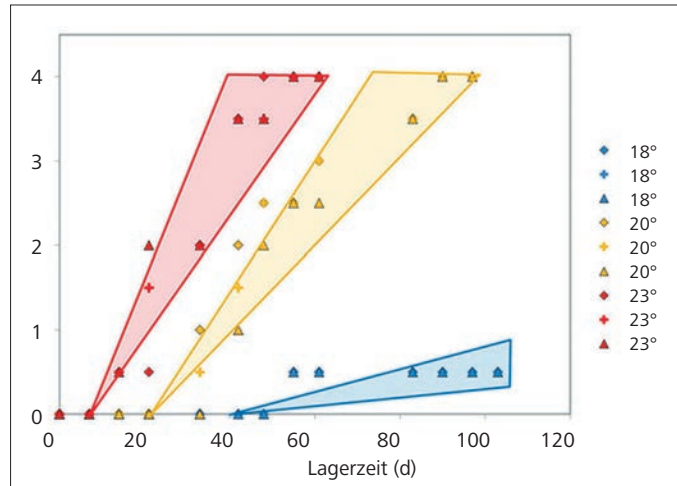
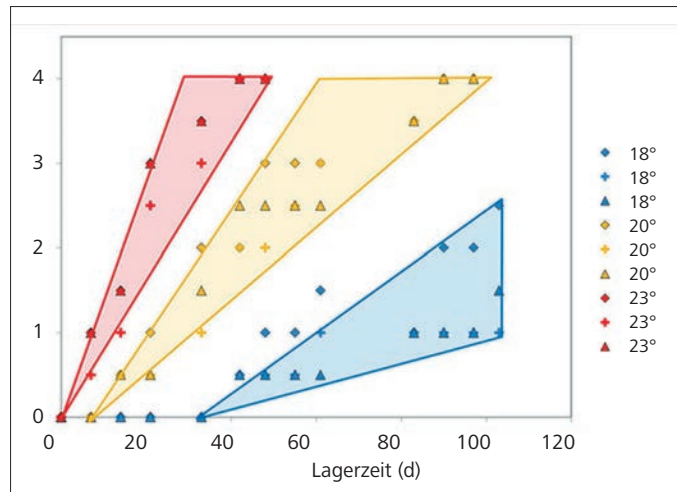
IVLV e.V.

Giggenhauser Str. 35
85354 Freising
Tel.: 081 61 / 491-140
Fax: 081 61 / 491-142
Internet: www.ivlv.de
E-Mail: office@ivlv.de

direkte Messung des Temperiergrads mit pulsed NMR war dagegen nicht möglich. Bei einem neuen, leistungsfähigen Gerät ist die Nachweisgrenze zu hoch, um etwa 0,1 Prozent Fettkristalle in Schokolade zu erfassen. Einen optimalen Temperiergrad gibt es nicht. Je nach Anwendung sind unterschiedliche Temperiergrade anzustreben; diese lassen sich jetzt mit DSC im Kristallgehalt quantifizieren.

Fließverhalten: Eine geeignete Methode wurde erarbeitet, um das Fließverhalten temperierter Schokoladenmassen bei den jeweils gegebenen Temperaturen im Bereich 28 bis 33 Grad Celsius zu messen. Der Einsatz einer Kegel-Platte-Geometrie ermöglichte die rasche Probenvorbereitung ohne Luft einschließen. Die einfache Reinigung dieser Geräte ermöglicht serienmäßige Routinemessungen in der Industrie. Für gegebene Massen lassen sich Fließverhalten und Temperiergrad korrelieren. Quantitative Ergebnisse zeigten, dass durch intensivierte Temperierung eine Beschleunigung der Kühlungskristallisation möglich ist. Für gegebene Massen zeigte sich eine Korrelation zwischen Fließgrenze und Temperiergrad, die zur Prozesskontrolle genutzt werden kann. Allerdings ist das Fließverhalten verschiedener Massen zu unterschiedlich, um die Fließgrenze als pauschale Messmethode zu verwenden.

Kristallisationskinetik: Die Kristallisationskinetik vorkristallisierter Schokoladenmassen, sowohl aus Temperierung als auch nach Animpfen, wurde untersucht. Der Temperiergrad zeigte einen deutlichen Einfluss auf die Geschwindigkeit der Kühlungskristallisation. Da die Kühlzeit in der Industrie aus wirtschaftlichen Gründen begrenzt ist, wird eine intensive Vorkristallisation empfohlen, um die Kristallisation im Kühlkanal möglichst zu beschleunigen. Wird eine Temperiermaschine über lange Zeit im Kreislauf gehalten, kann es zur Fraktionierung kommen und die entwickelten Fettkristalle weichen zunehmend von Kakaobutter ab.



Fettreifentwicklung auf den Überzügen mit Bitterschokolade (oben) und Milkschokolade (unten) bei Lagertemperaturen von 18, 20 und 23 Grad Celsius im Vergleich: visuelle Fettreifintensität: 0 = keine FR, 1 = Glanzverlust, 2 = leichter, 3 = mittlerer, 4 = starker Fettreif

Seedverfahren versus Temperiermaschine: Das Seed-Verfahren wurde mit in die Untersuchungen einbezogen. Es ist einfach anwendbar und liefert Schokoladenmassen, die mit temperierten weitgehend vergleichbar und stabil sind. Zu beachten ist die Einmischtechnik der Impfkristalle. Bei zu intensivem Mischen kann sich ein Teil der Impfkristalle auflösen, weshalb eine Überdosierung zu empfehlen ist. Auch haben angeimpfte Massen im Laborversuch eine erkennbare Tendenz zu Kristallwachstum.

Transportleitungen in der Industrie: Die temperierten Massen bleiben bei konstanter Temperatur lange Zeit unverändert und auch bei Förderung durch lange Rohrleitungen stabil.

Kristallfraktionierung: Kakaobutter zeigte in der Temperiermaschine über lange Zeit im Kreislauf eine Tendenz

zur Fraktionierung, mit einer Anreicherung des Triglycerids SOS im Kristallisat. Im DSC war zudem eine Aufspaltung in mehrere hochschmelzende Schmelzpeaks zu sehen. In der Technikmaschine setzten sich offenbar Kristallisate an lokalen Wandungen ab. Ein Schwachpunkt, der in einer Industrieanlage nicht möglich scheint.

Temperieren von Milkschokoladen: Das Verhalten von Milkschokoladen im Vergleich zu Bitterschokoladen wurde untersucht. Dabei konnte erstmals nachgewiesen werden, dass die Art des Milchpulvers die Kristallisationsgeschwindigkeit des Fetts in Milkschokoladen beeinflusst. Schokolade mit Sprühvollmilchpulver lässt sich leichter temperieren als solche mit Walzenvollmilchpulver. In letzterer stört freies Milhfett die Kristallisation der Kakaobutter, während in ersterer

Milchfett gebunden und von Kakaobutter getrennt vorliegt.

Temperieren, Fettmigration und Fettreif: Ein Zusammenhang zwischen Fettmigration und Fettreif sowie der Einfluss der Lagertemperatur wurden bestätigt. Der Einfluss der Vorkristallisation auf die Stabilität von Schokoladenprodukten gegen Fettreif ließ sich nicht eindeutig belegen, da er durch den Einfluss intensiver Kühlungskristallisation offenbar kompensiert werden kann. Die hergestellten Pralinen wurden durch gute Kühlung so stabilisiert, dass der unterschiedliche Temperiergrad nicht mehr maßgebend war. Gepulste NMR erwies sich als leistungsfähige und rasche Methode, Fettmigration in frischen und gelagerten Produkten zu messen.

Die Ergebnisse sollen vor allem mittelständischen Unternehmen helfen, ihre Temperierverfahren und -anlagen besser zu kontrollieren, Fehlchargen und Reklamationen zu vermeiden. Zusätzlich zu den ursprünglichen Zielen im Forschungsvorhaben wurden ergänzende Fragen geklärt. So wurde das neue Seed-Verfahren untersucht und erfolgreich mit dem konventionellen Temperieren verglichen. Nachgewiesen wurde zudem, dass der Temperiergrad von Schokoladenmassen in langen Transportleitungen unverändert bleibt.

WD/TW

Kontakt: Wolfgang Danzl (Projektkoordinator), wolfgang.danzl@ivv.fraunhofer

Das IGF-Vorhaben (16763 N/1) "Einfluss des Temperiergrads auf Kühlungskristallisation und Fließverhalten von Schokoladenmassen" der Forschungsvereinigung Industrievereinigung für Lebensmitteltechnologie und Verpackung e. V. (IVLV) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert.