

gegenüber P1 (10 - 20 U/kg Malz) deutlich höher als gegenüber P2 (4 - 7 U/kg). Die optimale Temperatur zur Erreichung einer maximalen Peptidasenaktivität bei sechstägiger Keimung lag bei 16 °C, wobei der Wassergehalt die Aktivität nicht beeinflusste. Da für den Brauprozess auch weitere Parameter, wie beispielsweise Viskosität und Extrakt herangezogen werden müssen, erzielte eine Keimung für sechs Tage bei 17 °C und einem Wassergehalt von 44 oder 52 % die besten Ergebnisse. Die Aktivitäten der aus Gerste extrahierten Peptidasen lagen insgesamt etwas höher. Gegenüber P1 wurden 10 - 25 U/kg erreicht, während gegenüber P2 lediglich 5 - 8 U/kg erzielt wurden. Eine Keimung für acht Tage bei 12 °C und einer Keimgutfuchte von 48 % lieferte bei Gerste die höchste Peptidasenaktivität. Berücksichtigt man alle für den Brauprozess wichtigen Standardattribute, so lagen die optimalen Bedingungen bei einer Keimdauer von sechs Tagen, einer Temperatur von 16 °C und einem Wassergehalt von 42 %.



Im Schwerpunkt Analytik **stellte Dr. Klaus Münzing** (Max Rubner-Institut, Institut für Sicherheit und Qualität bei Getreide) die **thermoanalytisch Interpretierte Qualität von Roggen und Roggenmahlerzeugnissen für Backwaren** vor.

Der Beitrag konzentriert sich sowohl auf das Verteilungsprofil der qualitätstragenden Kohlenhydrate (Stärke- und Nichtstärke-Kohlenhydrate) im Roggenkorn, -mahlerzeugnis und -brot als auch auf die Wirkung der endo- und exogenen Funktionseigenschaften, die für die Backqualität entscheidend

sind. Die vorgestellten Ergebnisse sind der 2011 gemeinsam mit der AGF e.V. in Detmold begonnenen Forschungsinitiative „Zur Problematik von Krumenfehlern bei Roggenbrot“ entnommen.

Ein wichtiges Kriterium für die Qualität eines Brotes ist seine Krumenbeschaffenheit. Krumenrisse stellen inakzeptable Strukturfehler dar, die auf eine suboptimale Krumenbildung beruhen. Die entscheidenden Komponenten für die Roggen-Qualität sind, abgesehen von der Stärke, die Nichtstärke-Kohlenhydrate, die als Arabinoxylane (Pentosane) die Hydratationsverhältnisse und Wasserbindungskapazität des Roggens regulieren. Hierdurch kann das backtechnische Verhalten und die Beschaffenheit der Krumen negativ beeinflusst werden. Sorten mit einem geringen Anteil an Gesamtpentosan sollen deshalb kaum zu problematischen Krumenrissen führen.

Das zielführende Optimierungspotenzial für die Backqualität ist vom Anteil an verfügbarem Wasser abhängig. Für die Ausbildung einer optimalen Prozess- und Produktqualität sind außerdem die Prozessparameter Temperatur und Zeit verantwortlich. Beispiele hierfür sind vor der Vermahlung Optimierungen der mahltechnischen Trennprozesse (Roggenmehlgewinnung) durch die Netzung oder die backtechnischen Umwandlungsprozesse der Roggenstärke vor, während und nach der Backphase. Je nach verfügbarem Wasser sind qualitätsfördernde oder beeinträchtigende Funktionseigenschaften der Inhaltsstoffe zu erwarten. Diese lassen sich thermoanalytisch mittels DSC charakterisieren.

Die Mahl-, Teigbildungs- und Backeigenschaften des Getreides sind an spezifische Struktur- und Funktionsparameter geknüpft. Diese können gleichzeitig resultierende Größen sein, die sich aus der strukturbildenden oder -fördernden Wirkung des Wassers herleiten lassen. Es wird bisher zu wenig beachtet, dass Wasser in seiner Wechselwirkung mit den kolloid-dispers wirkenden Roggeninhaltsstoffen einen starken struktur- und funktionsbildenden Charakter besitzt. Diese wasser-induzierten Einflussgrößen können entscheidend dafür sein, dass erwünschte Umwandlungen der Struktur- und Funktionseigenschaften zur Optimierung guter Backeigenschaften eintreten.

Stärke und Arabinoxylane (Pentosane), als endogenen Komponenten mit funktionellem Charakter benötigen eine Mindestverfügbarkeit an Wasser für die erwünschten Prozess- und Qualitätseigenschaften und die Ausbildung des Krumengefüges. Nur das verfügbare „freie“ Wasser kann aktiv an der zeit- und temperaturabhängigen Hydratation der hydrophilen Inhaltsstoffe teilnehmen. In einem um das Wasserangebot stark konkurrierenden System wie es zerkleinerte Einzelkörner, Mahlerzeugnisse, Teige und Brot darstellen, ist gerade das Angebot an Wasser der entscheidende Dreh- und Angelpunkt für die Qualitätsausprägung. Die gängigen Methoden der Rheometrie, wie die Fallzahl- und Amylogramm-Methoden, beschreiben die Kohlenhydratbeschaffenheit unvollständig, da sie nicht mit einer realen sondern mit einer

64. Tagung für Getreidechemie 2013 – Nachbetrachtung

wesentlich höheren Wasserzufuhr arbeiten. Beim Backprozess ist das Wasser aber stark limitiert. Außerdem kann die Teig rheometrie die Funktionalität nur qualitativ und nicht quantitativ darstellen.

Für eine umfassende Charakterisierung der Wirkungszusammenhänge zwischen Wasserzugabe und wasserbindenden Roggeninhaltsstoffen bedarf es ergänzender Messmethoden, die auch eine quantitative Aussage ermöglichen. Mit thermoanalytischen Verfahren kann das Verständnis zur Funktionalität der Stärke und der unlöslichen und löslichen Nichtstärke-Kohlenhydrate wesentlich erweitert werden. Dass auch in Situ-Messungen, d.h. die Herstellung und Darstellung einer Funktionseigenschaft und deren unmittelbare Wirkung im selben Reaktionsgefäß (DSC-Tiegel) problemlos durchgeführt werden können, ist vorteilhaft um das noch fehlende Verständnis (missing link) über Wasser als Strukturbildner für die Roggenstärke auszuräumen. Um die Ursache von Roggenbrot-Krumenfehlern zu erforschen, kann diese Technik zu einem neuen Erkenntnisgewinn zu den Funktionseigenschaften der Roggeninhaltsstoffe führen. Beispiele für die qualitative und quantitative Interpretation der Wechselwirkung backwirksamer Kohlenhydrate mittels Thermoanalyse sind nachfolgend zusammengefasst:

Im Roggenteig ist das Angebot an Wasser stark reduziert, im Gegensatz zur Fallmethode. Der Konkurrenzdruck um das Wasser im Teig ist mittels DSC anhand der resultierenden Effekte quantitativ und qualitativ messbar.

Die Wechselwirkung der Roggeninhaltsstoffe mit Wasser im Teig hat auf den Verkleisterungsgrad und die Retrogradation einen maßgeblichen Einfluss.

Ein zunehmender Gesamt-Pentosangehalt erhöht die Verkleisterungstemperaturen.

Ein zunehmender Anteil an löslichem Pentosan (am Gesamtpentosan-Gehalt) reduziert den Anteil an verkleisterter Stärke.

Neue Roggensorten: die feinkörnige Fraktion zeigt jeweils eine niedrigere Verkleisterungswärme, bei gleichzeitig abnehmendem löslichem Pentosan-Gehalt. Dies ist bei älteren Sorten nicht zu erkennen.

Mehrständiges Tempern von Roggenschrot im Wasserüberschuss unterhalb der Verkleisterungstemperatur führt zur deutlicher Strukturperfectionierung der Stärke: Annealing Effekte = Anstieg der Verkleisterungswärme, -temperatur, -Viskosität, Fallzahl, jedoch Reduzierung der Enzym-Angreifbarkeit, der Wasserbindung (aw-Wert-Anstieg).

Nach 3 h Vorquellung erreichen Roggen-Schrotpartikel einen deutlich stärkeren Aufschlussgrad als Partikel ohne Vorquellung.

Je feiner Schrotpartikel sind, umso stärker ist die Hydratation der Stärke. Hierdurch ergibt sich bei Feinschrot unter gleichen Bedingungen ein höherer Aufschlussgrad.

Unter limitierter Wasserverfügbarkeit verkleistert bei Vollkornschrot die Roggenstärke bei ca. 60°C. Eine stark hydratisierter Vollkornschrot allerdings verkleistert bereits bei 50 °C (z.B. Sauerteig) und führt zu einem um 25 % höheren Aufschlussgrad der Roggenstärke. Bei Vollkornschrot-Brühstücken (vollständige Verkleisterung) ist thermoanalytisch keine Verkleisterungswärme mehr nachweisbar.

Wirkung der Wasserverfügbarkeit auf die Verkleisterung (Desintegration): Hohe Verfügbarkeit führt zu höherer Verkleisterung von nativer Stärke und zu mehr retrogradierter Stärke.

Die ermittelten DSC-Kurven und Messdaten sind eine Art „Fingerabdruck“ der gemessenen Probe. Sie zeigen charakteristisch die Funktionalität der Kohlenhydrate in ihrer Wirkungsbeziehung zum Wasser. Der Konkurrenzdruck um das Wasser in Teigen hat eine eindeutige Wirkung auf die Stärkeeigenschaften des Roggens. Die Verarbeitungstechnologie muss diese Konkurrenzsituation beachten und durch weitere Maßnahmen positiv beeinflussen. Hierzu zeigen die Ergebnisse der Studie, dass das Verteilungsprofil der wasserbindenden Kohlenhydrate im Korn / Mehl variabel ist und ebenfalls mahltechnisch optimiert werden kann. In diesem Zusammenhang ergeben sich weitere Forschungsziele:

Wo liegen bei vorgegebenen Qualitätszielen (z.B. bessere Frischhaltung, keine Krumenfehler) die optimalen Bereiche für die Hydratisierung der qualitätstragenden Inhaltsstoffe? Welche Wirkung haben dabei die verschiedenen Teigführungsmaßnahmen?