Ausgabe 3 / 2012

backwaren aktuell

Wissensforum Backwaren
Berlin · Wien

Neues aus dem Wissensforum Backwaren

© goldbany – Fotolia.com

© XtravaganT – Fotolia.com

2
Der gehörnte Roggen – Teil 1
Ein chemischer Blick auf den Isenheimer Altar

10
Mutterkorn im Getreide
Der aktuelle Sachstand im Überblick

16
Glyphosat im Fokus
Ein kritischer Blick auf die aktuelle Medienberichterstattung

19
Enzyme in der Backwarenherstellung
Der gegenwärtige Wissensstand unter der Lupe

Liebe Leser, die Lebensmittelsicherheit ist eng mit der landwirtschaftlichen Rohstoffproduktion verknüpft. So beeinflusst etwa die Pflanzengesundheit ganz entscheidend die Sicherheit von Backwaren. Diese heute selbstverständliche Erkenntnis wird mit dem Prinzip „from farm to fork“ längst in der einschlägigen Gesetzgebung berücksichtigt. Ganz anders im Mittelalter: Die Ursachen vieler Krankheitssymptome ließen sich oft kaum ergründen. Dass eine Mutterkorn-Belastung von Getreide das gefürchtete „Antoniusfeuer“ auslöst, war seinerzeit eine Außenseitermeinung, wie Sie in unserem ersten Beitrag lesen können. Heute hingegen weiß man um die verheerenden Auswirkungen des Mutterkorns auf die Gesundheit von Mensch und Tier. Was nicht heißt, dass das Thema vom Tisch ist. Wie sich die diesbezügliche Sicherheit von Getreide gewährleisten lässt, darüber informiert unser zweiter Beitrag.

In puncto Getreidesicherheit rückt aktuell das Herbizid Glyphosat in den Fokus: Publikums- und auch Fachmedien berichteten jüngst über dessen potenzielle gesundheitsschädigende Wirkung. Eine kritische Würdigung dieser Berichterstattung lesen Sie in unserem dritten Beitrag.

Von nicht minderer Aktualität ist schließlich unser vierter Artikel: Enzyme in der Backwarenherstellung. Als Idee ist dies nichts Neues, sehr wohl aber lohnt es sich stets, den aktuellen Erkenntnisstand zum Thema in Augenschein zu nehmen.

Eine anregende Lektüre wünscht Ihnen

Ihr Team von backwaren aktuell

PS.: Alle bisherigen Ausgaben finden Sie als pdf-Dateien auf unserer Homepage **www.wissensforum-backwaren.de** und **www.wissensforum-backwaren.at**. Besuchen Sie uns im Internet!

Der gehörnte Roggen - Teil 1

Ein chemischer Blick auf den Isenheimer Altar

Prof. Dr. Sabine Streller, Aachen und Prof. Dr. Klaus Roth, Berlin

Der Isenheimer Altar zählt zu den schönsten Altarbildern der abendländischen Malerei. Besonders berühmt ist er wegen der fantasievollen Darstellung der „Versuchung des heiligen Antonius". Matthias Grünewald verstört den Betrachter mit einer Schar schrecklicher Dämonen, die den völlig verzweifelten Heiligen von allen Seiten bedrängen und malträtieren. Ganz besonders berührt uns ein mit Eiterbeulen übersäter Krüppel, der offensichtlich unsägliche Schmerzen erleidet; Folgen des epidemisch auftretenden „Antoniusfeuers", an dem zahllose Menschen starben.
Es dauerte Jahrhunderte bis das „Antoniusfeuer" als eine Vergiftung mit dem auf Roggen wachsenden Mutterkornpilz erkannt wurde. Beleuchten wir, welchen verhängnisvollen Einfluss die Alkaloide des Mutterkorns in der Geschichte der Menschheit gespielt haben.

Neben den großen Seuchen wie Pest und Cholera findet man in alten Quellen bewegende Berichte über eine weitere fürchterliche Epidemie, die bis ins 18. Jahrhundert immer wieder wütete, wie Augenzeugen berichten[1]:

Aus dem Jahr 857
(Xanthen am Niederrhein):
„... eine große Plage mit Anschwellungen und Blasen unter dem Volke und raffte es durch eine entsetzliche Fäulnis hinweg, so dass Körperglieder sich ablösten und vor dem Tode abfielen."

Aus dem Jahr 943
(Limoges, Frankreich):
„Schreiend, jammernd und sich krümmend brachen die Menschen auf der Straße zusammen. Manche standen von ihren Tischen auf und rollten sich wie Räder durch das Zimmer; andere fielen um und schäumten in epileptischen Krämpfen; noch andere erbrachen sich und zeigten Zeichen plötzlichen Wahnsinns. Von diesen schrien viele ‚Feuer – ich verbrenne'".

Diese Beschreibungen vermitteln ein präzises Bild der beiden Erscheinungsformen der Krankheit, der „Brand-" und der „Krampfseuche". Die Brandseuche beginnt mit Schmerzen in den Gliedmaßen, an denen sich im Laufe von einigen Tagen bis Wochen zunächst dunkelrote und am Ende schwarze Färbungen ausbilden. Damit beginnt das Absterben ganzer Körperteile, begleitet von heftigsten, brennenden Schmerzen. Schließlich lässt der Schmerz nach, der erkrankte Körperteil wird gefühllos, stirbt ab, trocknet ein und wird dann ohne jeden Schmerz und Blutverlust abgestoßen[2].

Die zweite Erscheinungsform der Krankheit, die Krampfseuche, beginnt mit einem Kribbeln der Haut („Kriebel- oder Kribbelkrankheit"). Im weiteren Verlauf treten äußerst schmerzhafte Krampfzustände in den Extremitäten auf, die sich über Stunden erstrecken können. Oft enden diese epilepsieartigen Anfälle mit einem körperlichen Zusammenbruch und folgender Bewusstlosigkeit. In den Phasen zwischen den Anfällen entwickeln die Erkrankten einen ausgeprägten Heißhunger. Die Sterblichkeit im fortgeschrittenen Stadium ist hoch.

Wir leben in glücklicheren Zeiten, denn diese Krankheit ist heute vergessen. Verfolgen wir den Jahrhunderte andauernden Kampf gegen die Seuche und das damit verbundene Leid. Die Ärzte des Mittelalters standen dieser Krankheit völlig

hilflos gegenüber und nannten sie wegen des gewaltigen Ausmaßes an Opfern in einem Atemzug mit der Pest und anderen großen Seuchen. Die Erkrankten wurden seit Ende des 11. Jahrhunderts in Spitälern gepflegt, die von karitativen Laienbruderschaften und Mönchsorden geführt wurden. Einen besonders guten Ruf bei der Behandlung der Brand- und Krampfseuche hatte sich das 1090 gebaute Spital der Antonitermönche in St. Antoine bei Grenoble erworben, das wohl als das erste Spezialkrankenhaus bezeichnet werden kann. Durch die dortigen Heilerfolge wurde die Krankheit untrennbar mit dem Namen des heiligen Antonius verbunden und nur noch als *„ignis sacer, heiliges Feuer“* oder *„Antoniusfeuer“* bezeichnet (Abb. 1). Zu seiner Hauptblütezeit waren die Antoniter einer der reichsten Orden überhaupt, und die über 350 Klöster mit angeschlossenen Spitälern waren über ganz Europa verteilt, darunter eins im elsässischen Isenheim[3].

Wenn Kranke um Aufnahme in ein Antoniter-Spital ersuchten, wurden sie zunächst von Ärzten untersucht, um sicher zu sein, dass es sich tatsächlich um das Antoniusfeuer handelte, denn man war der Überzeugung, dass nur dann die Hilfe des heiligen Antonius wirksam wäre. Mit der Aufnahme erlangten die Kranken ein lebenslanges Recht auf Versorgung, mussten aber nach dem Tode ihren Besitz den Antonitern überlassen. Die neu aufgenommenen Patienten mussten schwören, fromm und keusch zu leben, gehorsam zu dienen und die Güter des Ordens, damit waren dann auch ihre eigenen gemeint, treu zu bewahren.

Um den Heilerfolgen der Antoniter genauer auf die Spur zu kommen, betrachten wir ein von ihnen in Auftrag gegebenes Kunstwerk, in der ihre Arbeit und deren religiöse Wurzeln vorgestellt werden: Den von Matthias Grünewald geschaffenen Isenheimer Altar.

Der Isenheimer Altar

Matthias Grünewald bekam um 1511 vom Präzeptor des Isenheimer Antoniterklosters, Guido Guersi, den Auftrag für einen Wandelaltar (Retabel), der passend zum Kirchenjahr oder dem aktuellen Gottesdienst auf dreierlei Weise geöffnet werden konnte. Heute ist dieser Altar im *Musée d'Unterlinden* in Colmar zu bewundern. Im Folgenden wollen wir uns auf die beiden Bilder der offenen Altarstellung konzentrieren (Abb. 2 und 3).

„Die Versuchung des heiligen Antonius“ (Abb. 2) ist das wohl berührendste Bild des Isenheimer Altars. Der Heilige wird von einer Schar Ungeheuer und Dämonen angegriffen, wird getreten, gebissen und gekratzt. Er aber widersteht aller Pein und verspottet noch die teuflischen Ungeheuer. Grünewald hat genau den Moment festzuhalten versucht, als Gott endlich am Horizont erscheint und die bösen Geister vertreibt. Antonius beklagt sich bitter bei ihm: *„Wo warst Du, guter Jesus, wo warst Du? Warum bist Du nicht erschienen, um meine Wunden zu heilen?“*[4]. Der Krüppel mit Schwimmflossen im linken unteren Bildteil wird durch die helle Farbgebung hervorgehoben. Überzogen von Eiterbeulen und mit aufgeblähtem Bauch wird mit der linken verkrüppelten Hand eindeutig ein durch das Antoniusfeuer schwer entstellter und leidender Mensch dargestellt. Diese bewegende und gleichzeitig beängstigende und schockierende Bildsprache sollte die Gläubigen

Abb. 1: Der heilige Antonius, Holzschnitt von 1517.

Zwei Situationen im Leben des heiligen Antonius:
Abb. 2 (links): „Versuchung des heiligen Antonius“
Abb. 3 (rechts): „Besuch von Antonius bei Paulus in der Wüste“

und Kranken ermahnen, dass allein der Glaube sie, wie auch einst den heiligen Antonius, von ihrem Leid erlösen könne.

Ganz im Gegensatz zu der furchterregenden Darstellung der *„Versuchung des hl. Antonius“* steht die andere Altarseite *„Besuch des heiligen Antonius beim heiligen Paulus in der Wüste“* (Abb. 3). Das Gespräch zwischen den beiden Eremiten strahlt Ruhe und Abgeklärtheit aus. Der fokussierte Blick des heiligen Paulus auf den heranfliegenden Raben lässt vermuten, dass er gerade dem verwunderten Antonius berichtet, dass Gott ihn auf diese Weise täglich mit einem Laib Brot versorgt. An diesem Tag allerdings bringt der Rabe zwei Brotlaibe, einen auch für Antonius. Diese symbolhafte Verbindung zwischen der Gottesgabe Brot und dem heiligen Antonius veranlasste die Antoniter bei der Versorgung der Kranken dem Brot eine besondere, auch religiöse Bedeutung beizumessen. Und tatsächlich können aus heutiger Sicht die Heilerfolge der Antoniter auf die gesunde Ernährung der Kranken und dabei besonders auf die hohe Brotqualität zurückgeführt werden. Auch über die symptomatische Behandlung der Hauterkrankungen berichtet uns Grünewald, dazu müssen wir uns aber das Bild genauer ansehen.

Für den oberflächlichen Betrachter scheinen die zu Füßen von Antonius und Paulus wachsenden Pflanzen nur schmückendes Beiwerk zu sein, ein genauerer Blick eröffnet aber eine andere Erkenntnis. Im Gegensatz zu Dürers berühmtem Rasenstück ist dies kein zufälliger Ausschnitt aus der elsässischen Flora. Die sehr detailgetreu gemalten Pflanzen wachsen nämlich in unterschiedlichen Biotopen (Sumpf, Wiesen, Wald und trockene Böden). Grünewald hatte sie wahrscheinlich mithilfe der Mönche ausgewählt und zu dem kleinen Stillleben arrangiert. Die Kräuter symbolisieren mit ihrer Heilkraft die Kraft des Glaubens, selbst aussichtlose Lagen überwinden zu können, wie es der heilige Antonius vorgemacht hatte. Die Antoniter verabreichten deswegen ihren Patienten als Heilmittel einen auf Kräuterbasis hergestellten Antoniuswein und zur Linderung der Hauterkrankungen ihr selbstgemachtes Antoniterbalsam. Eine 1952 publizierte botanische Bestimmung aller 14 auf dem Isenheimer Altar abgebildeten Pflanzen[5] wird heute kritisch gesehen[6]. Eindeutig gesichert sind nur die drei Kräuter am Felsen, auf dem der heilige Antonius sitzt: Breitwegerich, Spitzwegerich und Eisenkraut, alles damals übliche Heilkräuter. Dass Grünewald das sorgsam gehütete Geheimnis des Isenheimer Antoniterbalsams bildlich festhalten wollte, muss bezweifelt werden, da sich in einer 1992 zufällig gefundenen authentischen Rezeptur aus dem Jahr 1726 lediglich der Spitz- und Breitwegerich wiederfindet. Eine sichere Deutung ist aus heutiger Sicht naturgemäß schwierig, vielleicht stehen die drei Kräuter am Fuße des heiligen Antonius auch nur stellvertretend für die heilende Wirkung des Antoniterbalsams, und der Rest zu Füßen des heiligen Paulus ist einfach ein Stillleben anderer, damals üblicher Heilkräuter. Nach der authentischen Rezeptur jedenfalls war der Isenheimer Antoniterbalsam eine Hautsalbe auf Fett- und Baumharzbasis mit verschiedenen entzündungshemmenden und schmerzlindernden Kräutern und desinfizierendem Grünspan (basisches Kupferacetat)[7].

Die Ursache des Antoniusfeuers

Erste Hinweise darauf, dass der Genuss von schlechtem Brot das Antoniusfeuer bzw. die Kriebelkrankheit auslösen könnte, gab der Franzose Robert Dumont, der die Ursache der Antoniusfeuerepidemie von 1125 darin vermutete, dass *„dem Getreide ein dunkles verderbtes Korn beigemischt gewesen sei, infolge dessen das Mehl sanguinolent, missfarbig und giftig wurde“*[2]. Dieses dunkle Korn, das Mutterkorn, an den Ähren von Getreide und anderen Gräsern war schon den Griechen, Römern und Chinesen bekannt gewesen. Auch Ausbrüche der Brand- und Krampfseuche muss es bereits in der Antike gegeben haben[8, 9], ohne dass jedoch ein kausaler Zusammenhang zwischen beidem erkannt wurde. Auch Dumonts Vermutung setzte sich nicht durch und fast 500 Jahre (!) später, 1596, erstellte die Marburger medizinische Fakultät ein Gutachten über die Kriebelkrankheit, in dem verdorbenes Brot als Ursache benannt wurde. Worin genau das Verderbnis aber bestand, blieb offen. Erst der Leibarzt des Herzogs von Sully, Tuillier, führte 1630[10] systematische Fütterungsversuche mit Mutterkorn an Tieren durch und kam zu dem Schluss, dass die übermäßige Aufnahme von mutterkornhaltigem Getreide die Ursache der Seuche bei Mensch und Tier war[8]. Der heute gebräuchliche Oberbegriff *Ergotismus* für die Brandseuche *(Ergotismus gangraenosus)* und die Krampfseuche *(Ergotismus convulsivus)* weist auf diesen ursächlichen Zusammenhang zum Mutterkorn hin (ergot, frz. Mutterkorn). Tuilliers Ideen wurden nicht allgemein anerkannt, z. B. wurde in Deutschland im 17. Jahrhundert der Ergotismus vielfach als eine Art Skorbut *(„schmertzmachender Scharbock“)* aufgefasst[9]. Die Diskussion unter den Gelehrten über die Rolle des Mutterkorns reichte bis zum Ende des 18. Jahrhunderts, wie der Bericht des Hofmedicus des Landgrafen von Hessen-Kassel, Theodor August Schleger, aus dem Jahr 1770 belegt[11]:

„Bekanntlich ist, von den schädlichen Wirkungen des sogenannten Mutterkorns, in diesem Jahr mehr gesagt und geschrieben worden, als nur zu einer andern Zeit geschehen ist. Die Warnungen haben vernünftigerweise eine jede Regierung bewegen müssen, in soweit schickliche und der Sache gemäße

Vorkehrungen zu treffen, daß nicht ein unbehutsamer Gebrauch dieser als giftig und höchst schädlich angesehenen Frucht, zum Unheil und Verderben vieler Menschen und Thiere ausschlagen möge. … Die mehresten unserer Landleute, selbst einige mir bekannte Gelehrte und wohlerfahrene Landwirtschaftsverständige, sind niemalen zu überzeugen gewesen, daß der Genuß dieses Mutterkorns von einer gefährlichen Folge gewesen sey.“

Schleger schlägt eine Reihe von Tierversuchen vor, um die Wirkung von Mutterkorn nach verschiedener Lagerungsdauer und Darreichungsform zu bestimmen. Die meisten Experimente Schlegers mit Hunden, Katzen, Stubenfliegen, einem Dachs, Hühnern, einem Schwein, einem Schaf und Karpfen zeigten fast keine Effekte. Wie das Mutterkorn auch aufgenommen wurde, ob in Wasser angerührt, als Brot verbacken oder als Rauch inhaliert, führte es *„weder zu Laxiren noch Vomiren“* sondern höchstens zu mehr Appetit. Nur das Schaf litt nach der Injektion eines wässrigen Mutterkornaufgusses an Zuckungen in den Gliedmaßen, atmete schwer und konnte weder trinken noch fressen. Am kommenden Tag fiel das Tier in eine Starre und wurde nach dem Töten von einen *„vieharzneykunstsachverständigen wohlerfahrenen Mann“* geöffnet. In der Brust- und Bauchhöhle sowie im Herzen fanden sich Wasser und Blut, das zu *„ziemlich festen Polypen zusammen geronnen“* war. So grausam uns heute diese Tierversuche vorkommen mögen, nur auf diese Weise konnte die Giftigkeit des Mutterkorns nachgewiesen werden.

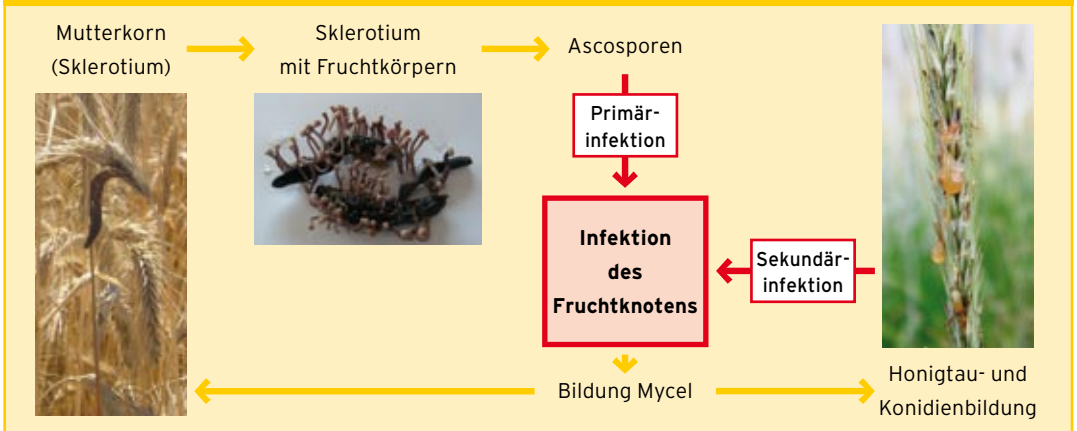
Somit stand Ende des 18. Jahrhunderts der Mutterkorngehalt von Getreide, insbesondere Roggen, als eigentlicher Verursacher des Ergotismus fest. Entsprechende Erlasse und Verbote der Verwendung von mutterkornbelastetem Getreide zur Brotherstellung ergingen in vielen Teilen Zentraleuropas. Trotzdem lagen die Entstehung und überhaupt der biologische Charakter des Mutterkorns noch völlig im Dunkeln.

Was ist ein Mutterkorn?

Lange Zeit sah man in einem Mutterkorn lediglich ein verändertes und zu groß gewachsenes Roggenkorn. Diese Vorstellung führte zu der noch heute in der Pharmazie gebräuchlichen Bezeichnung *„Secale cornutum“* (gehörnter Roggen). Carl von Linné (1707 – 1778) vermutete, dass der saugende Blasenfuß *(Thrips physapus)*, ein Gladiolen und Dahlien häufig befallender Schädling, das Roggenkorn verletzt und die Bildung des Mutterkorns auslöst. Anfang des 19. Jahrhunderts erkannte Joseph Henry Léveillé das Mutterkorn als eine Missbildung des Fruchtknotens, die auf den Pilzbefall zurückzuführen ist. 1852 gelang es dem Mykologen Louis René Tulasne den Entwicklungszyklus mit den verschiedenen Erscheinungsformen dieses Pilzes aufzuklären[1] und gab dem Pilz den Namen *Claviceps purpurea*[12].

Alle Vertreter der Gattung *Claviceps* leben parasitisch auf Gräsern, die Art *Claviceps purpurea* auf ca. 400 Gräserarten, wobei Roggen die bekannteste Wirtspflanze ist. Verfolgen wir den Lebenszyklus des Pilzes beginnend beim Mutterkorn (Abb. 4): Das Mutterkorn selbst ist die Dauerform des Pilzes und wird als Sklerotium bezeichnet. Von den im Roggen gewachsenen Mutterkörnern fällt bereits vor der Ernte ein Teil auf den Erdboden und überdauert dort den Winter. Erst nach dieser längeren Ruheperiode bei geringen Temperaturen[13] ist der Pilz zur Weiterentwicklung fähig. Im Frühling, zur Zeit der Grasblüte, treiben bis zu 20 rosarote Fruchtkörper aus dem alten Mutterkorn aus. In den Köpfchen dieser Fruchtkörper entwickeln sich die Sporen (Ascosporen[14]) in einem Sporenschlauch (*Ascus*[15]). Sind die Sporen reif, werden sie bis zu 10 cm aus dem Schlauch herausgeschleudert und mit dem Wind verbreitet. Trifft nun eine Spore auf eine der 60 – 80 Roggenblüten an einem Halm, treibt die Spore einen Keimschlauch aus, der in den Fruchtknoten einwächst (Primärinfektion). Eine Infektion mit dem Mutterkornpilz ist nur bei unbefruchteten Blüten möglich. Der Fruchtknoten wird dann vollständig vom Pilz durchwachsen, und es bildet sich eine schmutzigweiße, weiche Masse, das Mycel. Aus diesem Pilzmycel werden anfänglich als Konidien bezeichnete Sporen abgeschnürt. Gleichzeitig mit der Konidienbildung sondert der befallene Fruchtknoten eine süße, klebrige, trüb-braune Flüssigkeit ab, den Honigtau[16]. Der Honigtau mit den Konidien quillt aus der Blüte und wird von Insekten aufgenommen,

Abb. 4: Der Entwicklungszyklus von Claviceps purpurea



Fotos: D. Jacquin, wikimedia commons, Harry Regin, www.pilzfotopage.de

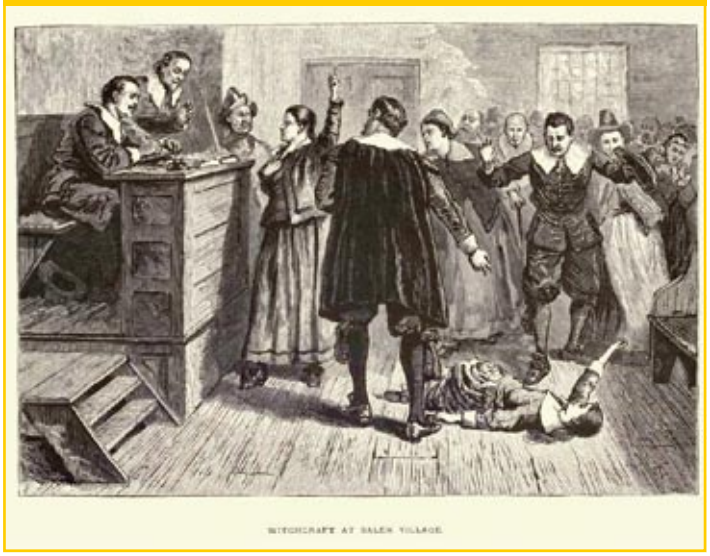
die dann die Konidien auf andere, noch nicht befallene Gräserblüten übertragen (Sekundärinfektion). Die Konidien befallen wie die Ascosporen die Blütennarben und verbreiten das Mutterkorn im Bestand weiter. Die Phase der Honigtau- und Konidienbildung dauert nur 9 bis 13 Tage. Anschließend wächst das Pilzgewebe im Fruchtknoten weiter, verdichtet sich und bildet anstelle des Getreidekorns ein neues Mutterkorn. Der Zyklus ist geschlossen. Besteht während der Blütezeit des Roggens feuchtkalte Witterung, wird der Zutritt der Konidien erleichtert, da der Pollenflug nur gering ist und die Blüten tagelang geöffnet bleiben. Gerade solche Wetterbedingungen begünstigen die Sekundärinfektion und führen zu einem besonderes hohen und für uns bedenklichen Befall[17].

Erst mit den uns heute vorliegenden Kenntnissen über den Lebenszyklus des Mutterkornpilzes und den klimatischen und landwirtschaftlichen Voraussetzungen für einen massenhaften Befall des Roggens, können wir rückwirkend manch unverständliche und erschreckende Verhaltensweisen von Dorfgemeinschaften im 17. und 18. Jahrhundert auf eine mögliche Massenvergiftung mit Mutterkorn zurückführen. Damit wenden wir uns einem der dunkelsten Kapitel menschlicher Grausamkeit zu, der Hexenverfolgung. Die wahrhaft teuflische Wirkung einer Mutterkornvergiftung soll am Beispiel der Hexenprozesse von Salem Village im Jahr 1692 aufgezeigt werden[18].

Die Hexen von Salem

Hexenprozesse in den Vereinigten Staaten waren selten und wurden meist zugunsten der Beschuldigten entschieden, mit einer Ausnahme: die Hexenprozesse von Salem Village im Jahr 1692. Dort wurden etwa 140 Personen der Hexerei verdächtigt und angeklagt. Einige starben während der Haftzeit, zehn Frauen und acht Männer wurden innerhalb weniger Wochen gehängt. Diese schon damals von vielen als Schande empfundenen Geschehnisse wurden seitdem nicht nur aus historischer, sozialer und psychologischer, sondern auch aus naturwissenschaftlich-medizinischer Sicht sorgfältig aufgearbeitet.

Abb. 5: Gerichtssaal der Verhandlung der Hexenprozesse von Salem (Illustration von 1876, public domain).



Die Tragödie begann nach einem kalten Winter 1691/92 in Salem Village, einem kleinen Dorf in der Nähe von Boston, Massachusetts. Elisabeth (Betty), die neunjährige Tochter des Dorfpfarrers Samuel Parris, zeigte im Februar plötzlich eigenartige Symptome. Sie warf sich hin, rutschte unter Möbel und litt an schmerzhaften Krämpfen. Bettys elfjährige Cousine Abigail Williams und sechs weitere junge Mädchen zeigten ähnliche Symptome. Sie alle klagten über starke Schmerzen, als ob sie gebissen oder gepiekt wurden. Die hinzugezogenen Ärzte waren ratlos und fanden keine Erklärung für das merkwürdige Verhalten. In einer Zeit, in der für alle der Teufel ein real existierendes Wesen war, das jederzeit ins alltägliche Leben jedes Einzelnen eingreifen konnte, war eine Verhexung der Mädchen eine naheliegende Erklärung. Die als „verhext" gebrandmarkten Mädchen suchten im Gegenzug nach Schuldigen und behaupteten, dass einige andere Dorfbewohner sie verhext hätten. Die angezeigten Personen waren die Sklavin Tituba, die im Haushalt des Dorfpfarrers arbeitete, Sarah Good, eine Bettlerin und Sarah Osborn, eine alte schrullige Frau. Alle drei wurden verhaftet. Bei der Untersuchung am 1. März 1692 beschrieben die Mädchen, wie die Geister der drei Frauen sie angegriffen hätten. Kam eine der Angeklagten nur in die Nähe einer Zeugin, fiel dieses Mädchen in Ohnmacht oder zeigte krampfartige Zuckungen, damals ein eindeutiger Beweis, dass die Angeklagte eine Hexe war (Abb. 5).

Mit der Zusicherung, dass sie nach einem Geständnis keine Todesstrafe zu befürchten hätte, gab Tituba zu, eine Hexe zu sein und beschrieb detailreich, wie sie mit den beiden mitangeklagten „Hexen" auf Stangen geflogen sei. Daraufhin eskalierten die Beschuldigungen der Mädchen, die nun angeblich auch von den Geistern anderer Frauen und Männer bedrängt wurden. So berichtete die elfjährige Ann Putnam, wie sie der Geist der vierjährigen Dorcas Good, der Tochter der bereits als Hexe angeklagten Sarah Good, bedrängt hatte[19]:

„Am 3. März 1692 sah ich den Geist von Sarah Goods Tochter, der mich sofort fast erstickte und mich aufs furchtbarste folterte. Seitdem quälte er mich mehrere Male durch Beißen, Kneifen und erwürgte mich fast."

Daraufhin wurde die Vierjährige acht Monate im Gefängnis festgehalten und musste zusehen, wie ihre Mutter zum Galgen abgeführt wurde. Durch weitere Anschuldigungen der Mädchen und anderer Dorfbewohner füllten sich die Gefängnisse der näheren Umgebung mit männlichen und weiblichen „Hexen". Die Prozesse begannen am 2. Juni 1692 und bereits eine Woche später wurde Bridget Bishop als erste gehängt. Bis zum 22. September 1692 wurden weitere 17 Todesurteile vollstreckt[20]. Ein Angeklagter, der achtzigjährige Farmer Giles Corey bestritt selbst nach fünfmonatiger Haft in Ketten alle Anschuldigungen und weigerte sich mit dem Gericht zu kooperieren, sodass ein Prozess formal nicht eröffnet werden konnte. Dieses ungebührliche Verhalten wurde bestraft: Am Morgen des 19. September 1692 wurde ein Holzbrett auf die Brust des nackten Mannes gelegt und mit immer mehr großen Steinen beschwert. Die Nachbarn sahen gaffend zu, wie der Achtzigjährige langsam zu Tode kam und gegen Mittag starb. Seine Frau Martha wurde drei Tage später gehängt und gehörte zu den letzten Opfern der Hexenprozesse. Alle zum Tode Verurteilten beteuerten bis zum Schluss ihre Unschuld.

Der brutale Tod des achtzigjährigen Giles Corey und die Hinrichtung des allseits respektierten ehemaligen Pfarrers von Salem, George Burroughs, schlugen so hohe Wellen, dass der neu ernannte Gouverneur, Sir William Phips, die Durchführung von Hexenprozessen sofort untersagte. Alle anhängigen Verfahren wurden ohne Todesstrafe, meist mit Freisprüchen abgeschlossen, die noch verbliebenden inhaftierten „Hexen" wurden im Mai 1693 begnadigt. Ann Putnam war eine der wenigen, die später ihre eigene Schuld eingestand. Sie war die Wortführerin der Mädchen und zum Zeitpunkt des Prozesses 11 Jahre alt; als 25-Jährige legte sie eine Art Geständnis über die Denunziation von insgesamt 62 (!) Personen ab und bekannte öffentlich[21]:

„Ich fürchte zu Recht, dass ich zusammen mit Anderen ahnungslos und unbeabsichtigt die Sünde unschuldig vergossenen Blutes über mich und dieses Land gebracht habe. Alles was ich über irgendjemanden gesagt habe, kann ich wahrhaftig und aufrichtig vor Gott und den Menschen wiederholen. Ich sagte es nicht aus Ärger, Tücke oder bösem Willen gegenüber anderen, da ich gegen niemanden solche Gefühle empfand. Was ich tat war unbeabsichtigt, weil ich von Satan getäuscht wurde."

Die hier gegebene verkürzte Darstellung der Ereignisse kann dazu verleiten, die Hexenjagd auf die Fantasien pubertierender Mädchen und einer darauf folgenden Massenhysterie abzutun. Diese Schlussfolgerung wäre jedoch vorschnell, denn während der Hexenprozesse verstarben in Salem viele Halbwüchsige, Kinder und Säuglinge ohne jeglichen Verdacht von Hexerei. So berichtete der Familienvater John Putnam über seinen acht Wochen alten Säugling:

„Ich bekam diese seltsame Art von Anfällen: aber durch die Gnade des Herrn wurde ich davon befreit. Kurz darauf überkamen unser armes, kleines Baby seltsame und heftige Anfälle, die sich zwei Tage und zwei Nächte fortsetzten. Es verstarb durch einen grausamen und quälenden Tod, der ausreicht ein Herz aus Stein zu erweichen. Nach unserer Einschätzung war es fast fünf Stunden am Sterben."

Das sind die typischen Symptome einer Mutterkornvergiftung, und die amerikanische Psychologin Linda Caporael äußerte 1976 erstmals die Vermutung, dass die Mädchen daran erkrankt waren und neben den aktenkundigen anfallartigen Krämpfen auch unter neurologischen Störungen, wie Sehstörungen und Halluzinationen litten und dies zu ihren falschen Anschuldigungen geführt haben könnte[21]. Natürlich kann die ganze Massenhysterie nicht allein auf die neurologischen Störungen einiger Jugendlicher zurückgeführt werden, jedoch machen die nachfolgenden, naturwissenschaftlich fundierten Mosaiksteine zumindest eine massive Mutterkornvergiftung von Teilen der Bevölkerung in Salem sehr wahrscheinlich[22]:

- Die Siedler in Massachusetts bauten ursprünglich Weizen an. Ab 1650 traten aber große Ernteverluste durch Weizenrost auf, sodass ab 1665 zunehmend Roggen angebaut wurde.
- Die Stärke der Jahresringe von Bäumen aus der Region zeigen, dass bis 1687 ein recht mildes Klima herrschte und wahrscheinlich gute Roggenernten mit geringem Mutterkornbefall eingefahren wurden. Ein für Menschen bedrohlicher Mutterkornbefall tritt erst beim Zusammentreffen von drei Faktoren auf:
  - Ein kalter Winter bewirkt, dass die auf dem Boden liegenden Mutterkörner im Frühjahr stark austreiben.
  - Ein darauffolgender regnerischer Frühsommer führt zu einem geringem Pollenflug und der daraus resultierenden verlängerten Blütezeit.
  - Ein kalter Sommer mit mittleren Temperaturen von 17,5 bis 19,0 °C führt zu einer maximalen Alkaloidbiosynthese im Mutterkorn.

All diese Voraussetzungen waren für die Roggenernten 1691 und 1692 erfüllt[23]:

- Für den Mutterkornbefall sprechen drei übereinstimmende Zeugenaussagen, wonach bei einem Gottesdienst von Pfarrer Parris rötliches Brot zum Abendmahl gereicht wurde[24]. Eine rötliche Farbe tritt im Roggenmehl bei Mutterkorngehalten von über 3 % auf.

- Auch mehrere Kühe zeigten ungewöhnliche krampfartige Symptome und starben.
- Die typischen Symptome traten vornehmlich bei jüngeren Bewohnern auf. Auch dies spricht für eine Mutterkornvergiftung, da Jugendliche im Wachstum mehr Brot je kg Körpergewicht essen als Erwachsene, und Säuglinge die giftigen Alkaloide über die Muttermilch aufnehmen.
- Die Verteilung der von Symptomen betroffenen 22 Haushalte über das Gebiet von Salem Village zeigt, dass die Ackerflächen aller Haushalte ideal für Roggenanbau waren: feuchte, saure und sandige Böden. 16 davon lagen an Flüssen oder Sümpfen und 15 wurden durch benachbarte Hügel beschattet, blieben also immer feucht und boten somit ideale Bedingungen für einen Mutterkornbefall.

Lesen Sie in der Dezember-Ausgabe, wie sich der Gehalt an Mutterkorn im Getreide mithilfe moderner Aufreinigungsverfahren in akzeptablen Bereichen halten lässt. Im zweiten Teil des Beitrages geht es außerdem um die Inhaltsstoffe von Mutterkorn und deren mögliche Anwendung in der Medizin.

Hinweis | *Erstpublikation in „Chemie in unserer Zeit", 2009, 43, 272–287; die vorliegende Fassung wurde in Text und Bild leicht gekürzt.*

Über die Autoren:

Prof. Dr. Sabine Streller studierte nach der Ausbildung zur Chemielaborantin Chemie und Biologie an der Humboldt-Universität zu Berlin. Nach dem Referendariat war sie an einem Gymnasium tätig, bevor sie 2004 als wissenschaftliche Mitarbeiterin in die Abteilung Didaktik der Chemie der Freien Universität wechselte und 2009 promovierte. 2011 wurde sie auf eine Professur für Didaktik der Chemie und Biologie an der RWTH Aachen berufen.

Prof. Dr. Klaus Roth schloss 1973 sein Chemiestudium an der Freien Universität Berlin ab. Nach einem Postdoc-Aufenthalt am Institute for Medical Research in London habilitierte er sich und wurde Visiting Professor an der University of California, San Francisco. Nach seiner Rückkehr wurde er Direktor der Dahlem Konferenzen und Professor am Institut für Chemie und Biochemie der FU Berlin.

Literatur:

1) *Auch im 19. und 20. Jahrhundert traten Epidemien lokal auf, z. B. 1951 in Frankreich und 1978 in Äthiopien.* Das Mutterkorn, *E. Mühle und K. Breuel,* ***1977****, A. Ziemsen Verlag,* Lutherstadt Wittenberg.

2) *Kranke fanden manchmal ihre abgestoßenen Finger und Zehen nach dem Ausziehen in ihren Handschuhen und Stiefeln. Es wurde von einer Frau berichtet, die auf einem Esel zur Amputation ihres Beines in das Hospital reiste, dort aber bereits amputiert ankam, da sich das Bein durch die Erschütterungen beim Ritt ohne Schmerzen und Blutungen unterwegs bereits abgelöst hatte. R. Kobert,* Hist. Stud. Pharmakol. Inst. Kaiserl. Univ. Dorpat, ***1889****, 1.*

3) *Die Spezialisierung auf eine Krankheit machte den Antoniterorden erfolgreich, aber besiegelte auch sein Ende. Als die Ursache der Krankheit im 18. Jahrhundert erkannt war und Epidemien nicht mehr auftraten, verlor der Orden seine Aufgabe und ging 1776 im Malteserorden auf.*

4) *Diese vorwurfsvolle Frage:* „Ubi eras, Jesus bone. Ubi eras quare non affuisti ut savares vulnera mea?" *hat Grünewald wie in einem Comic im unteren rechten Bildrand festgehalten. Tatsächlich hatte Gott ihn nicht verlassen, sondern antwortete:* „Antonius, ich war hier, aber ich wartete, um dein Kämpfen zu sehen. Da du den Streit bestanden hast, ohne zu unterliegen, werde ich dir immer hilfreich sein, und ich werde dich berühmt machen allerorten." *(Aus Kap. 10 von Atanasius'* vita antonii, *s. www.unifr.ch/bkv/kapitel44.htm).*

5) *W. Kühn,* Ann. Soc. Hist. Litt. Colmar, ***1951/52****, 20. Daneben ist die von den Bäumen herabhängende Bartflechte* (Usnea barbata) *zu erkennen, die in feuchten Wäldern oberhalb von 1.000 m von den Baumästen herunter wächst.*

6) *U. Schedlik, siehe http://joerg-sieger.de/isenheim/menuel/frame10.htm.*

7) *E. Clémentz,* Antoniter-Forum ***1994****, (2), 13: Dort ist die detaillierte Rezeptur angegeben.*

9) *Die Sicherheit dieser Überlieferung ist noch immer umstritten. Grund dafür ist, dass in den alten Kulturländern rund um das Mittelmeer vorwiegend Weizen angebaut wurde. So vermutet Guggisberg eher eine Verunreinigung des Getreides durch Rostpilze, die auch zu schweren Erkrankungen in der Bevölkerung führen kann.* Mutterkorn, *H. Guggisberg,* ***1954****, 52, Karger, Basel.*

10) *Einige Quellen bezeichnen 1630 als das Jahr der Entdeckung, andere das Jahr 1676. Thieme (1930, 8) räumt mit dieser Verwirrung auf: Tuillier entdeckte zwar 1630 Mutterkorn als Ursache des Ergotismus, seine Ergebnisse wurden aber erst 1676 unter Mithilfe seines Sohnes veröffentlicht.*

11) *Versuche mit dem Mutterkorn,* D. T. A. Schleger, ***1770****, Hofbuchdruck Henrich Schmiede, Kassel.*

12) *Claviceps bedeutet wörtlich übersetzt* schlüsselköpfig. *Der zweite Teil des Namens* purpurea *ist sicher leichter zu deuten: Das Mutterkorn ist außen oft violett und die Fruchtkörper zeigen manchmal eine leuchtend rosarote Farbe.*

13) *Zum Austreiben im kommenden Frühjahr benötigt das Mutterkorn während des Winters 6 bis 8 Wochen lang Temperaturen von 2 bis 4 °C. siehe: H. Mielke,* Mitteil. Biol. Bundesanstalt, ***2000****,* Heft 375, *www.bba.de/veroeff/mitt/pdfs/mitt375.pdf, K. Münzing,* J.Verbr.Lebensm. ***2006****, 1, 155.*

14) *Den genauen Ablauf der Sporenbildung und Entwicklung bei Ascomyceten findet der interessierte Leser in* Die Welt der Pilze, *H. Dörfelt, E. Ruske,* ***2008****, Weissdorn-Verlag, Jena.*

15) Ascus *(lat. Schlauch) gab der gesamten Abteilung der Ascomyceten (Schlauchpilze) den Namen. Zu den Ascomyceten gehören bekannte Vertreter wie Trüffel und Morcheln.*

16) *Als pflanzlichen Honigtau werden zuckerhaltige Ausscheidungen bei Getreideblüten, die vom Mutterkornpilz befallen sind, bezeichnet. Bekannter ist oft der tierische Honigtau, bei dem es sich zwar ebenfalls um zuckerhaltige Ausscheidungen handelt, diese aber von Blatt- und Schildläusen stammen.*

17) *Bei Weizen liegen die Verhältnisse anders: Die Weizenblüte kann sich im Gegensatz zur Roggenblüte selbst bestäuben. Sie öffnet sich ohnehin nur wenige Minuten und bleibt bei feuchter Witterung ganz geschlossen, sodass eine Infektion mit dem Mutterkornpilz nicht möglich ist (siehe 9).*

18) *Die Abläufe der Hexenprozesse von Salem regten Arthur Miller zu seinem Drama „Hexenjagd"* (The Crucible, *1953) an, einer Parabel auf die Kommunistenhatz in der US-amerikanischen McCarthy-Ära. Das Drama wurde mehrfach verfilmt, letztmalig 1996.*

19) *Praktisch alle Verhörprotokolle und Gerichtsakten der Hexenprozesse von Salem sind im Internet zugänglich: http://etext.virginia.edu/salem/witchcraft/texts/transcripts.html, www.gutenberg.org/files/17845/17845-h/salem2-htm.html, www.law.umkc.edu/faculty/projects/ftrials/salem/salem.htm. Eine Zusammenfassung aller Zeugenaussagen gegen Sarah Good findet sich z. B. unter www.law.umkc.edu/faculty/projects/ftrials/salem/ASA_GOOD.HTM.*

20) *Auch zwei Hunde wurden gehängt, da nach damaliger Überzeugung der Teufel häufig in Hundegestalt sein Unwesen trieb.*

21) *L. R. Carporael,* Science, ***1976****, 192, 21.*

22) *M. K. Matossian,* Am.Sci., ***1982****, July/August, 355,* Poisons of the Past, *M. K. Matossian,* ***1989****, Yale University Press, New Haven.*

23) *Auch die klimatischen Verhältnisse in den späteren Jahren 1693–1688 begünstigten einen Mutterkornbefall. Nach 1683 waren jedoch Hexenprozesse verboten, sodass keine Berichte über aufgetretene Erkrankungen vorliegen.*

24) Salem witchcraft papers, *vol 2, P. Boyer and S. Nissenbaum (eds.), pp. 410, 423 und 524, s. http://etext.virginia.edu/salem/witchcraft/texts/transcripts.html.*

EFSA-Risikobewertung zu Mutterkorn-Alkaloiden in Lebensmitteln und Futtermitteln

Ende Juli 2012 hat die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) eine Bewertung des Risikos von Mutterkorn-Alkaloiden für die Gesundheit von Mensch und Tier veröffentlicht. Die Behörde setzt sich darin mit dem aktuellen Datenbestand zum Thema auseinander: angefangen vom Vorkommen der Mutterkorn-Alkaloide und ihrer strukturellen Vielfalt, ihrer toxischen Wirkmechanismen bis hin zur ihrer Analytik und Aufnahme mit der Nahrung. Problematisch dabei: Die der EFSA vorliegenden Verzehrsdaten beziehen sich meist auf verarbeitete Lebensmittel, die dem Gutachten zugrunde liegenden Daten dagegen stammen überwiegend aus Analysen unverarbeiteter oder nur wenig verarbeiteter Produkte. Hinsichtlich eines möglichen no-observed-effect-levels (NOEL) bezogen auf die Haupt-Mutterkorn-Alkaloide schlussfolgert die EFSA auf Grundlage therapeutischer Anwendungen von Ergotamin und Ergometrin, dass dieser Wert bei 2 µg/kg Körpergewicht anzusiedeln ist. Als akute Referenzdosis (ARfD) hält sie einen Gesamtwert von 1 µg/kg Körpergewicht für angemessen. Als tolerierte Tagesdosis (TDI) ermittelte die EFSA auf Grundlage der verfügbaren Daten einen Gesamtwert für die Haupt-Alkaloidverbindungen von 0,6 µg/kg Körpergewicht für alle Altersgruppen. Insgesamt bewertet die EFSA das Gesundheitsrisiko für die Bevölkerung durch den Verzehr Mutterkorn-verunreinigter Lebensmittel als gering, insbesondere die Reinigung des Getreides senke das Risiko einer Gesundheitsbeeinträchtigung durch verunreinigte Lebensmittel. Die Behörde bleibt im Ergebnis grundsätzlich bei ihrer Risikobewertung von 2005, hält es aber für notwendig, mehr analytische Daten über Mutterkorn-Alkaloide in verarbeiteten Lebensmitteln zu generieren.

Das knapp 260 Seiten starke Gutachten basiert auf 20.558 Analysendaten von 1.716 Lebensmitteln, 496 Futtermitteln und 67 Proben unverarbeiteten Getreides. Die Daten stammen aus einem Aufruf, dem 14 EU-Mitgliedstaaten folgten. Sie wurden in der Zeit von 2004 bis 2011 erhoben. Die meisten Lebensmittelproben waren zum Zeitpunkt ihrer Analyse nicht oder nur wenig verarbeitet, bei knapp zwei Dritteln handelt es sich um Getreidemahlerzeugnisse. Lediglich 250 Analyseergebnisse verarbeiteter Lebensmittel waren verfügbar. Das Gutachten kann auf der Internetseite der EFSA heruntergeladen werden (www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/doc/2798.pdf).

EFSA Journal 2012;10(7):2798

SCIENTIFIC OPINION

Scientific Opinion on Ergot alkaloids in food and feed[1]

EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM)[2, 3]

European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy

ABSTRACT

The European Food Safety Authority (EFSA) was asked by the European Commission to deliver a scientific opinion on ergot alkaloids (EAs) in food and feed. EAs are produced by several members within the fungal orders of Hypocreales and Eurotiales. In Europe, *Claviceps purpurea* is the most widespread *Claviceps* species within the Hypocreales. A total of 20 558 analytical results for EAs in 1 716 food, 496 feed and 67 unprocessed grain samples were considered in this opinion. Based on the EAs identified in sclerotia of *C. purpurea*, and recent literature data, the EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM Panel) based its risk assessment on the main *C. purpurea* EAs, namely ergometrine, ergotamine, ergosine, ergocristine, ergocryptine (which is a mixture of α- and β- isomers), ergocornine, and the corresponding -inine epimers. The CONTAM Panel performed estimates of both chronic and acute exposure for various age groups across European countries. A $BMDL_{10}$ of 0.33 mg/kg b.w. per day was calculated for the incidence of tail muscular atrophy in a 13-week rat feeding study of ergotamine. This effect was considered representative of the vasoconstrictive effects of EAs and provided a suitable reference point for establishment of a group acute reference dose of 1 µg/kg body weight (b.w.) and a group tolerable daily intake of 0.6 µg/kg b.w. per day. The Panel concluded that whilst the available data do not indicate a concern for any population subgroup, the dietary exposure estimates relate to a limited number of food groups and a possible unknown contribution from other foods cannot be discounted. Estimates of exposure for livestock based on example diets and levels of EAs in cereal grains reported suggest that under normal conditions the risk of toxicosis is low.

© European Food Safety Authority, 2012

KEY WORDS

Ergot alkaloids (EAs), origin, chemistry, analysis, exposure, risk assessment, health-based guidance value

[1] On request from the European Commission, Question No EFSA-Q-2010-01000, adopted on 28 June 2012.
[2] Panel members: Jan Alexander, Diane Benford, Alan Boobis, Sandra Ceccatelli, Bruce Cottrill, Jean-Pierre Cravedi, Alessandro Di Domenico, Daniel Doerge, Eugenia Dogliotti, Lutz Edler, Peter Farmer, Metka Filipič, Johanna Fink-Gremmels, Peter Fürst, Thierry Guérin, Helle Katrine Knutsen, Miroslav Machala, Antonio Mutti, Martin Rose, Josef Schlatter and Rolaf van Leeuwen. Correspondence: contam@efsa.europa.eu
[3] Acknowledgement: The Panel wishes to thank the members of the Working Group on alkaloids: Till Beuerle, Diane Benford, Leon Brimer, Bruce Cottrill, Daniel Doerge, Birgit Dusemund, Peter Farmer, Peter Fürst, Hans-Ulrich Humpf and Patrick Mulder for the preparatory work on this scientific opinion and EFSA staff: Marco Binaglia, Alessandro Carletti, Gina Ciseacta and Jose Angel Gomez Ruiz for the support provided to this scientific opinion.

Suggested citation: EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Scientific Opinion on Ergot alkaloids in food and feed. EFSA Journal 2012;10(7):2798. [158 pp.] doi:10.2903/j.efsa.2012.2798. Available online: www.efsa.europa.eu/efsajournal

© European Food Safety Authority, 2012

Mutterkorn im Getreide: Der aktuelle Sachstand im Überblick

Prof. Dr. Bärbel Kniel, Esslingen

Als Ursache epidemischer Erkrankungen mit oftmals tödlichem Ausgang hat der Mutterkornpilz im Mittelalter traurige Berühmtheit erlangt. Und obwohl heute weitgehend erforscht ist, wie sich der Pilz entwickelt und verbreitet: Gänzlich ausmerzen lässt sich ein Befall von Getreide bislang nicht. Moderne Techniken in der Landwirtschaft, der Nacherntebehandlung und in den Mühlen schließen aber heutzutage ein Risiko für die Verbrauchergesundheit durch den Verzehr mutterkornhaltigen Getreides praktisch aus. Was allerdings fehlt, sind gesetzlich verbindliche Grenzwerte, insbesondere für Lebensmittel, darin sind sich nationale und EU-Behörden einig.

Abb. 1: Roggenähre mit Mutterkörnern

Quelle: FEI im Fokus; 11/2012

Als „Mutterkorn" (Secale cornutum) werden die dunklen Sklerotien (= Dauermycel) des parasitären Schlauchpilzes Claviceps purpurea bezeichnet, die auf über 400 Gräserarten vorkommen. Auch Getreidearten, wie insbesondere Roggen, werden von Mutterkorn befallen. Die Sklerotien können zu einer beachtlichen Größe von bis zu 5 cm wachsen (Abb. 1). Da sie teilweise fest in den Ähren sitzen, gelangen sie auch in das geerntete Getreide.

Die Bezeichnung „Mutterkorn" geht auf die frühere Verwendung als Abtreibungsmittel zurück, da die Alkaloide Wehen auslösen können. Heiler und Bader verwendeten das Mutterkorn als Droge.

Die Sklerotien des Mutterkornpilzes enthalten giftige Alkaloide, die Durchblutungsstörungen und Beeinträchtigungen des Nervensystems zur Folge haben können. Das dadurch ausgelöste Krankheitsbild wird als „Ergotismus" bezeichnet und macht sich anhand verschiedener Symptome bemerkbar. Dazu gehören Blutgefäßverengungen, die in gravierenden Fällen zu einem Absterben von Extremitäten, Nasen und Ohren führen können und zu Fehlgeburten durch Verkrampfung der Gebärmuttermuskulatur. Störungen des zentralen Nervensystems äußern sich unter anderem in unkontrollierten Muskelkontraktionen, epileptischen Anfällen, Lähmungserscheinungen, Krämpfen, Psychosen und Halluzinationen. Eine Aufnahme von 5 – 10 g frischem Mutterkorn kann bei Erwachsenen zu Atemstillstand und Kreislaufversagen mit Todesfolge führen. Über lange Zeit war diese toxische Wirkung des Mutterkorns unbekannt: So wurden früher Sklerotien mit dem Getreide zu Mehl verarbeitet und damit zum Auslöser der bedeu-

tendsten, durch Pilze verursachten Vergiftung – dem Ergotismus. Im Mittelalter starben infolge solcher Vergiftungen Hundertausende von Menschen. Die Krankheit war in dieser Zeit derart prägend, dass Maler wie Matthias Grünewald (s. dazu die ausführlichen Erläuterungen von Strecker / Roth auf S. 3 f.) oder Peter Bruegel der Ältere (Abb. 2) auf ihren Bildern an Ergotismus leidende Menschen darstellten.

Mutterkornvergiftungen in der Gegenwart

Heutzutage sind Vergiftungen durch Mutterkorn äußerst selten, ausgeschlossen sind sie jedoch auch hierzulande nicht gänzlich, wie das folgende Beispiel zeigt: 1985 klagte ein 13-jähriges Mädchen über Sehstörungen und Kopfschmerzen. Ausgelöst wurden die Symptome durch den regelmäßigen Verzehr eines Roggen-Müslis, das offensichtlich keiner ausreichenden Getreidereinigung unterzogen worden war. Ob es sich hier tatsächlich um einen bedauerlichen Einzelfall handelt, lässt sich nicht ohne Weiteres feststellen. Denn die Symptome einer Mutterkornvergiftung sind häufig diffus, sodass eine gewisse Dunkelziffer aufgrund falsch negativer Diagnosen nicht ausgeschlossen werden kann. Klar ist aber: Dank moderner Methoden in Pflanzenzüchtung und Ackerbau sowie in der Reinigungstechnik des Getreides sind Mutterkornepidemien früherer Zeiten in Europa heute ausgeschlossen. In Afrika treten aber nach wie vor Fälle von Ergotismus auf.

Entwicklung von Mutterkorn

Bei feucht-kühler Witterung keimen zur Zeit der Getreideblüte die im Boden überwinterten Mutterkörner und setzen Sporen frei, die durch Wind und Tiere verbreitet werden. Bei der so genannten Primärinfektion gelangen diese Sporen in den Fruchtknoten der Getreidepflanzen und durchwachsen diesen. Das sich entwickelnde Pilzmycel löst das Gewebe auf. Dabei wird die Sekretion des klebrigen, stark Zucker- und Sporenhaltigen „Honigtaus“ ausgelöst. Durch den süßen Honigtau werden Insekten angelockt, die die Sporen auf andere Roggenblüten übertragen. Ebenso fördern Regen und Wind den Sporentransfer auf andere Pflanzen. Diesen Vorgang bezeichnet man als Sekundärinfektion.

Im Verlauf der vegetativen Phase entwickelt sich innerhalb einiger Wochen ein häufig lila-braun gefärbtes Dauermycel, das Mutterkorn, das ab Mitte Juli deutlich sichtbar wird. Während der Ernte oder durch andere mechanische Einwirkungen fallen die Sklerotien zu Boden und überwintern dort. Somit ist letztlich der Lebenszyklus des Pilzes geschlossen.*

Was den Roggen für Mutterkorn so interessant macht

Roggen ist im Gegensatz zu den meisten anderen Getreidearten ein Fremdbefruchter. Daher bleiben seine Blütenstände wesentlich länger geöffnet, um von den durch den Wind herbeigetragenen Pollen befruchtet werden zu können. In diesem offenen Zustand verharren die Blüten so lange, bis eine Bestäubung stattgefunden hat. Dies erhöht die Infektionswahrscheinlichkeit durch Mutterpilzsporen. Die Sporen konkurrieren dabei mit den Roggenpollen um den Platz auf der Ähre: Sind viele Pollen vorhanden, sinkt die Infektionsrate. Bei selbstbefruchtenden Getreidearten wie Weizen bleiben dagegen die Blüten praktisch stets verschlossen, sodass diese kaum von dem Mutterkornpilz befallen werden. Für die Anfälligkeit von Getreide für eine Infektion gilt in Europa die Reihenfolge:

Roggen > Triticale > Hartweizen und Mais > Weizen und Gerste > Hafer.

Abb. 2: Unter Ergotismus leidende Menschen, Pieter Bruegel der Ältere, 1559, „Der Kampf zwischen Karneval und Fasten“.

Die Bildung von Mutterkorn auf Getreide wird durch mehrere Einflussfaktoren begünstigt. Wesentlich für eine Infektion ist jedoch eine feucht-kühle Witterung im Vorsommer, da diese zu einer verlängerten Öffnung der Roggenblütenstände führt und der Zutritt der Sporen erleichtert wird. Befallsfördernd wirken eine Reihe weiterer Faktoren:

- Witterungsbedingt niederliegende Halme (Lager).
- Eingeschränkte Fruchtfolge auf den Feldern.
- Der Verzicht auf wendende Bodenbearbeitung (Pflügen), der dazu führt, dass sich Sklerotien an der Bodenoberfläche anreichern können.
- Die Anwesenheit von Wildgräsern in angrenzenden, natürlich belassenen Ackerrandstreifen, die häufig mit dem Mutterkornpilz infiziert sind.
- Der Anbau von ertragreicheren Roggensorten, sog. Hybridroggen, die empfänglicher für einen Befall sind als die klassischen Populationssorten.
- Der Einsatz von Wachstumsregulatoren, die blühverzögernd auf das Getreide wirken.

* | *Eine Abbildung zum Entwicklungszyklus von Mutterkorn finden Sie im Beitrag von Streller / Roth auf Seite 5.*

Mutterkornbefall: Präventionsmaßnahmen heute

Aus Gründen des vorbeugenden Verbraucherschutzes sollten Getreide und Getreideerzeugnisse weitgehend frei von Mutterkorn an den Verbraucher abgegeben werden. Dafür gibt es heutzutage eine Vielzahl von anbautechnischen und technologischen Maßnahmen, die Roggenzüchter, Landwirte und Verarbeitungsbetriebe wie Mühlen anwenden, um dem Mutterkornaufkommen entgegenzuwirken.

Durch gute landwirtschaftliche Praxis (GLP) kann im Getreideanbau der Befall von Mutterkorn durch zahlreiche landwirtschaftliche Maßnahmen verringert werden. Dazu gehören unter anderem eine Reinigung des Saatguts, die Verwendung geeigneter, pollenstarker Roggensorten, die Einhaltung der Fruchtfolge, eine bedarfsgerechte Düngung und die Vermeidung aller Maßnahmen, die zu einer verzögerten, verlängerten oder ungleichmäßigen Blüte führen. Durch das Mähen der Feldränder vor der Gräserblüte oder Unterpflügen kann das Infektionsrisiko durch Wildgräser mit Mutterkornbefall weiter reduziert werden. In der jüngsten Zeit gibt es zudem deutliche Fortschritte in der Züchtung von neuen Hybridroggen mit einer verbesserten Pollenschüttung und einem geringeren Infektionsrisiko durch den Mutterkornpilz.

In den Mühlen werden bei der Getreideannahme repräsentative Proben gezogen und deren Qualität geprüft. Da Mutterkörner im Getreide oft gut erkennbar sind, kann ihr Gehalt in einer Roggenpartie durch die sogenannte Besatzanalyse bestimmt werden: Sie werden hierbei manuell ausgelesen und ihr Anteil durch Auswiegen bestimmt. So können mit Mutterkorn belastete Getreidepartien erkannt und von der weiteren Verarbeitung ausgeschlossen werden. Als vertraglich vereinbarter Höchstwert wird meistens ein Anteil von 0,05 % Mutterkorn-Sklerotien gemäß den ehemaligen Interventionsverordnungen der Europäischen Gemeinschaft (EG) zugrunde gelegt. Die moderne Mühlentechnik sorgt darüber hinaus für eine weitgehende Reinigung des Getreides im Rahmen der sogenannten Schwarzreinigung. Mutterkorn wird in der Mühle nach Form, Größe und spezifischem Gewicht durch Siebe, Windsichtung (Aspirateure) oder anderen Geräten zur Getreidereinigung wie Trieure und Tischausleser entfernt. Vermehrt werden seit einigen Jahren computergestützte Farbausleser eingesetzt. Diese erkennen beim Vorbeiführen des Getreidestroms die dunkel gefärbten Mutterkörner und schießen sie mit Druckluft heraus. Nach dem Stand der Technik ist das die zuverlässigste Methode zur Entfernung von Mutterkorn, besonders wenn dieses nicht größer ist als die Getreidekörner oder in Bruchstücken vorliegt. So wich die Form der Mutterkorn-Sklerotien im Erntejahr 2003 infolge des extrem heißen Sommers weniger als sonst von den Getreidekörnern ab, und die Mühlen mussten zur ausreichenden Reinigung noch größere Anstrengungen als üblich unternehmen. Insgesamt lässt sich durch die mühlentechnische Verarbeitung der Gehalt an Mutterkorn auf bis zu 10 % des Ausgangswertes verringern. Hierbei erweist sich ein zusätzlicher Schritt der Getreidereinigung, das sogenannte Peeling, als besonders effektiv. Dadurch werden ein Teil der äußeren Schale des Roggenkorns entfernt und damit auch kleine, staubförmige Mutterkornpartikel.

Alkaloide des Mutterkorns

Bis heute sind bis zu 40 verschiedene Verbindungen bekannt, deren chemische Strukturen denen von Rauschgiften ähnlich sind. Es handelt sich unter anderem um Derivate der Lysergsäure, welche die Basisverbindung für die Droge LSD darstellt, das wohl bekannteste halbsynthetische Mutterkornderivat. Zu den pharmakologisch und toxikologisch relevanten Substanzen gehören sechs Haupt-Alkaloide, auch Ergotalkaloide genannt: Ergocristin, Ergotamin, Ergocryptin, Ergometrin, Ergosin und Ergocornin. Sie und weitere sechs strukturell vergleichbare Alkaloide können nach flüssigkeitschromatographischer Auftrennung analytisch erfasst werden.

Abb. 3: Links: Rohgetreide mit zwei sichtbaren Mutterkörnern.
Mitte: Mutterkörner, die bei der Farbauslese als Abfall aussortiert werden.
Rechts: Gereinigtes Getreide

Quelle: FEI im Fokus; 11/2012.

Analytik der Mutterkorn-Alkaloide

Mutterkorn-Alkaloide liegen in den Skloritien in keinem festen Konzentrationsverhältnis vor und sind außerdem sehr lichtempfindlich. Das macht ihre analytische Bestimmung sehr anspruchsvoll: Sie werden mit organischen Lösungsmitteln aus der zu untersuchenden Probe extrahiert. Nach einer Aufreinigung erfolgt die Auftrennung der einzelnen Alkaloide überwiegend mit flüssigkeits-chromatographischen Verfahren (HPLC), denen geeignete Detektoren zur Quantifizierung nachgeschaltet sind (Fluoreszenzdetektor oder Massenspektrometer). Die Kalibration erfolgt meist mit einer externen Standardlösung, die 12 unterschiedliche Ergotalkaloide bekannter Konzentration enthält. Auf diese Weise können die wichtigsten Alkaloide gemäß der Kommissionsempfehlung für ein Monitoring auf Mutterkornalkaloide bestimmt werden. Der Kauf und der Verbrauch von einigen hochtoxischen Alkaloid-Standards muss zur Vermeidung missbräuchlicher Anwendungen jährlich an die zuständige Bundesopiumstelle in Bonn gemeldet werden. Eine kürzlich neu entwickelte Methode beruht auf der quantitativen Bestimmung der Ricinolsäure mittels Gaschromatographie und Flammenionisationsdetektor. Diese Fettsäure, die im Getreide nicht vorkommt, ist im fettreichen Mutterkornmycel in relativ konstanter Menge enthalten, sodass über ihre Quantifizierung der Gehalt an Mutterkorn auch in verarbeiteteten Roggenprodukten ermittelt werden kann. Allerdings korreliert der Gehalt an Ricinolsäure nicht mit dem Vorkommen an toxikologisch relevanten Alkaloiden, sodass diese Methode nur zu Ergebnissen mit stark eingeschränkter Aussagekraft führt.

Mutterkorn-Sklerotien enthalten laut Literatur durchschnittlich 0,2 % als Summe dieser Alkaloide. Ihr Gehalt variiert erheblich, von 0,01 bis 0,5 %. Neueste Untersuchungen haben ergeben, dass in Deutschland der durchschnittliche Alkaloidgehalt offensichtlich niedriger liegt, nämlich bei 0,08 % mit einer Schwankungsbreite von 0,01 – 0,24 %. Die Anteile der einzelnen Alkaloide sind keineswegs konstant. Sie schwanken deutlich je nach den vor Ort herrschenden klimatischen Bedingungen während der Entwicklung der Getreidepflanze. In Mutterkorn aus Deutschland und Europa stellen Ergotamin und Ergocristin aber stets die Hauptalkaloide dar.

Die beiden Alkaloide Ergotamin und Ergometrin werden heute in isolierter Form medizinisch genutzt und hauptsächlich zur Behandlung von Kopfschmerzen und akuten Migräneattacken eingesetzt.

Mutterkorn-Alkaloide sind aufgrund ihrer chemischen Struktur empfindlich gegenüber höheren Temperaturen, Lichteinwirkung und Gegenwart von Sauerstoff. So vermindert sich ihr Gehalt in Abhängigkeit von der Lagerdauer des Getreides beziehungsweise der Mehle. Nach einer Lagerdauer von drei Monaten sind nur noch circa 50 % des Ausgangsgehaltes vorhanden. Sie werden darüber hinaus während des Backprozesses je nach Art der Backware in einer Größenordnung von 40 bis 60 % abgebaut.

Toxikologie der Alkaloide

Bezüglich der Toxikologie ist die Datenlage bislang wenig ergiebig. Nach einer Stellungnahme des Bundesinstitutes für Risikobewertung (BfR) aus dem Jahr 2004 beruhen die Erkenntnisse zur Wirkung von Mutterkorn vor allem auf Vergiftungen bei Mensch und Tier nach dem Verzehr von kontaminiertem Getreide beziehungsweise Futter und auf der jahrhundertelangen Nutzung von Mutterkorn in der Pharmazie. Abträgliche Effekte in der Tierernährung wurden bereits bei 0,1 % Mutterkorn im Gesamtfutter beobachtet. Getreide und Mehle, die mit 1 % Mutterkorn kontaminiert sind, werden als toxisch und solche, die 7 – 8 % Mutterkorn enthalten, als lebensgefährlich beschrieben. Bei der Aufnahme von 5 – 10 g frischem Mutterkorn muss beim Menschen mit dem Tod gerechnet werden. Derartig hohe Mutterkorngehalte sind heutzutage aber nicht mehr vorstellbar. Insofern ist es eher von Interesse, eine Schwellendosis zu kennen, ab der Gesundheitsschäden auftreten, um daraus Höchstwerte für die Mutterkornbelastung ableiten zu können. Da das BfR eine solche Schwellendosis aufgrund unzureichender Datenlage wissenschaftlich nicht herausarbeiten konnte, machte es auf den Forschungsbedarf zu diesen Kenntnislücken aufmerksam und auf die Notwendigkeit, EU-einheitliche Richt- beziehungsweise Höchstwerte für die Gesamtalkaloide sowie toxikologisch relevante Einzelalkaloide des Mutterkorns zu etablieren.

Gesetzliche Rahmenbedingungen

Nach der Richtlinie 2002/32/EG über unerwünschte Stoffe in der Tierernährung darf der Gehalt an Mutterkorn-Sklerotien in Futtermitteln, die ungemahlenes Getreide enthalten, 0,1 % nicht überschreiten. In Deutschland wurde dieser Grenzwert in § 23 der Futtermittelverordnung übernommen.

Für Lebensmittel dagegen existieren derzeit weder in Deutschland noch auf EU-Ebene verbindliche Höchstwerte für Mutterkorn beziehungsweise Mutterkorn-Alkaloide. Ein sogenannter Richt- oder Orientierungswert wird bis heute aus der ursprünglichen Fassung der Verordnung (EG) Nr. 824/2000 abgeleitet, die das Verfahren und die Bedingungen für die Übernahme von Getreide durch die Interventionsstellen regelt. Dort wurde ein Grenzwert von 0,05 % für Mutterkorn-Sklerotien in Getreide (Roggen, Weichweizen, Hartweizen) festgelegt, das für den menschlichen Verzehr bestimmt ist. Da Roggen mittlerweile den Interventionsstellen nicht mehr angeboten wird, ist dieser Höchstwert im Jahr 2005 eingestellt worden, sodass dieser offiziell nur noch für Weichweizen und Hartweizen gilt. Nach einer Mitteilung der Kommission aus dem Jahr 2000 über die Merkmale der Waren, die für die Nahrungsmittelhilfe der Gemeinschaft bereitgestellt werden, liegt der Höchstwert für Roggen ebenfalls bei 0,05 %. Auch innerhalb der getreideverarbeitenden Kette hat sich mangels anderer Rechtsgrundlagen ein maximaler Gehalt von 0,05 % Mutterkorn-Sklerotien quasi als „guter Handelsbrauch“ etabliert.

Die amtliche Lebensmittelüberwachung sieht darin ebenso einen Orientierungs- oder Richtwert, bei dessen Überschreitung die Hersteller aufgefordert werden, der Kontaminationsquelle nachzugehen und diese abzustellen. Bereits im Jahre 1989 setzte sich der Arbeitskreis Lebensmittelchemischer Sachverständiger der Länder (ALS) für einen Mutterkornanteil von höchstens 0,05 % ein.

Bei der Untersuchung von Roggenmahlerzeugnissen und daraus hergestellten Backwaren, in denen die Mutterkorn-Sklerotien in zerkleinerter und daher meist unsichtbarer Form vorliegen, kann nur über die Bestimmung der Alkaloide auf den Mutterkorngehalt geschlossen werden. Da von einem mittleren Gesamt-Alkaloidgehalt im Mutterkorn von durchschnittlich 0,2 % ausgegangen wird, entsprechen 0,05 % Mutterkorn-Sklerotien einem Gehalt von 1.000 µg/kg an Gesamt-Alkaloiden.

Schlussendlich kann gefolgert werden, dass in Deutschland ein Gehalt von 0,05 % Mutterkorn in Lebensmitteln in der Regel als tolerabel und somit als eine Art Höchstwert gilt.

Außerhalb der Europäischen Union gibt es vereinzelt Regelungen für Höchstgehalte an Mutterkorn:

- Schweiz: max. 0,02 % Mutterkorn-Sklerotien für Konsumgetreide zur Abgabe an den Konsumenten und bei Getreide zur Weiterverarbeitung zu Mehl max. 0,05 %.
- Australien: max. 0,05 %.

In der EU gibt es derzeit Bestrebungen, den Gesamt-Alkaloidgehalt in Roggen und daraus hergestellten Lebensmitteln wie Roggenmehl oder Roggenbrot zu regeln. Um die Datenlage zu vergrößern, hat die EU-Kommission im März dieses Jahres eine Empfehlung für ein Monitoring von Mutterkorn-Alkaloiden in Lebens- und Futtermitteln vorgelegt. Danach werden die Mitgliedsstaaten unter aktiver Einbeziehung der Lebensmittel- und Futtermittelunternehmer aufgefordert, das Vorkommen von Mutterkorn-Alkaloiden bei Getreide und Getreideerzeugnissen, die zum menschlichen Verzehr oder zur Verfütterung an Tiere bestimmt sind, zu überwachen. Es sollen auch zusammengesetzte Lebensmittel wie Brot sowie Mischfuttermittel und zur Verfütterung bestimmte Weide- und Futtergräser untersucht werden.

Für die Untersuchung werden chemische (chromatographische) Methoden empfohlen, wobei mindestens die sechs oben genannten Indikatorverbindungen und ihre sechs strukturell vergleichbaren Alkaloide zu erfassen sind. Soweit möglich, soll parallel dazu der Gehalt an Sklerotien ermittelt werden, um zu einem besseren Verständnis des Bezugs zwischen diesen und dem Gehalt an Einzelalkaloiden zu gelangen.

Untersuchungsergebnisse zur Mutterkornbelastung in Deutschland

Der bisher höchste Mutterkorngehalt wurde 1987 in Getreide mit 10 % Mutterkorn gefunden. In Roggen und Roggenmahlerzeugnissen der Ernte 2003 meldeten die zuständigen Behörden überdurchschnittlich viele Gehalte über 0,05 % Mutterkorn bzw. 1.000 µg/kg Gesamt-Alkaloide. Dies lag an der witterungsbedingt ungünstigen Form der Mutterkorn-Sklerotien, die eine ausreichende Reinigung des Roggens erschwerte. Nachdem die ehemalige Bundesanstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung (BAGKF) in Roggenmehlen aus Getreide der Ernte 2003 Mutterkorn-Alkaloide in Höhe von 2.300 µg/kg bis zu immerhin 7.300 µg/kg ermittelt hatte, veröffentlichte das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) im Jahr 2004 dazu eine Stellungnahme. Die Bundesbehörde kam zu dem Ergebnis, dass solche Mehle geeignet sind, die Gesundheit, insbesondere von Schwangeren beziehungsweise ungeborenen Kindern und gestillten Säuglingen zu schädigen. Das Institut riet dringend davon ab, solche Mehle in den Verkehr zu bringen.

In den darauffolgenden Jahren gab es nach Untersuchungen der amtlichen Lebensmittelüberwachung in Deutschland bei Roggen und Roggenmehlen immer wieder Befunde mit Gehalten über 1000 µg/kg, wobei aber die mittleren Gehalte überwiegend deutlich darunter lagen. Tendenziell ist Bio-Roggen geringer kontaminiert als konventioneller Roggen. Ein möglicher Grund wird darin gesehen, dass Bio-Anbauorganisationen

dem Anbau von Hybridroggen eher ablehnend gegenüberstehen.

Insgesamt ist das Bewusstsein für die Mutterkorn-Problematik innerhalb der Kette der Getreideverarbeitung in den letzten Jahren deutlich gestiegen, wie jüngste Untersuchungen belegen. So hat das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) in seinem Bericht zur Lebensmittelsicherheit 2010 diesbezüglich festgestellt: Bei den im Zeitraum 2008 bis 2010 untersuchten Roggenmehlen und Roggenvollkornschroten lagen 98 % der Proben unter dem Orientierungswert von 1.000 µg/kg Gesamt-Alkaloiden.

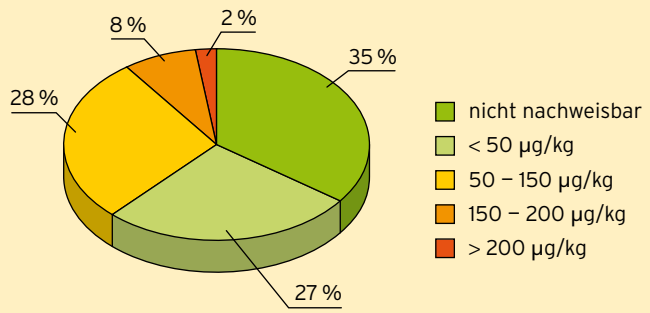
Mutterkorn-Gehalte in Backwaren

Interessant ist die Frage, welche Gehalte an Mutterkorn-Alkaloiden in Gebäcken zu finden sind. Der Verbraucher verzehrt Roggen in erster Linie in Form von Brot, das aus entsprechendem Mehl oder Schrot gebacken wird. Andere Getreideerzeugnisse wie Roggenflocken, die direkt verzehrt werden, spielen nur eine untergeordnete Rolle. Da durch das Backen ein erheblicher Abbau der Alkaloide stattfindet, sollten dadurch also deutlich geringere Gehalte in Backwaren resultieren. Dies zeigen auch Untersuchungen der amtlichen Lebensmittelüberwachung in Baden-Württemberg. In den Jahren 2010 und 2011 wurden 123 Gebäcke mit unterschiedlichen Roggenanteilen untersucht, unter anderem Roggenvollkornbrote sowie Roggen- und Weizenmischbrote, die überwiegend aus handwerklichen Bäckereien stammten. Die Hälfte der Proben bestand aus Roggenmischbroten. In 35 % konnten keine Mutterkorn-Alkaloide nachgewiesen werden, weitere 27 % der Proben waren nur geringfügig belastet. Insgesamt wiesen 90 % aller Brote Gehalte bis 150 µg/kg auf. (Abb. 4). Unter Berücksichtigung verschiedener Verarbeitungsfaktoren (z. B. Anteil Roggenmahlerzeugnisse, Teigausbeute, Abbau von Alkaloiden im Backprozess) wird davon ausgegangen, dass bis zu einem Gehalt von 150 µg/kg an Gesamt-Alkaloiden die eingesetzten Roggenerzeugnisse in Ordnung waren und weniger als 1.000 µg/kg Mutterkorn-Alkaloide enthielten. Bei deutlich höheren Gehalten empfiehlt es sich, der Eintragsquelle nachzugehen.

Fazit

Das Mutterkornvorkommen in Roggen und daraus hergestellten Lebensmitteln hat in den letzten Jahren durch das gestiegene Bewusstsein in der Kette der Getreideverarbeitung deutlich abgenommen. Viele Maßnahmen in der Landwirtschaft und in den Mühlen haben dazu beigetragen. Es ist für alle Akteure von großem Interesse, auf EU-Ebene verbindliche Höchstwerte für Mutterkornalkaloide in Lebensmitteln festzusetzen.

Abb. 4: Mutterkorn-Alkaloidgehalte in Broten aus Roggenmehl



Quelle: Ökomonitoring Baden-Württemberg 2011.

Über die Autorin:

Prof. Dr. Bärbel Kniel ist im Vorstand der biotask AG, Esslingen. Sie verfügt über jahrelange Berufserfahrung in der Forschung und Entwicklung sowie Analytik. Von 2000 bis 2012 war sie 1. Vorsitzende des Wissensforums Backwaren e.V.

Literatur:

Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (aid) e.V.: Mutterkorn vermeiden; 1998.

Bundesinstitut für Risikobewertung: Mutterkornalkaloide in Roggenmehl; Stellungnahme vom 22. Januar 2004; www.brf.bund.de.

Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit: Berichte zur Lebensmittelsicherheit 2010; www.bvl.bund.de.

EFSA: Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in Food Chain on a request from the Commission related to ergot as undesirable substance in animal feed; EFSA Journal (2005) 225, 1–27.

Empfehlung der Kommission vom 15. März 2012 zum Monitoring von Mutterkorn-Alkaloiden in Futtermitteln und Lebensmitteln; Amtsblatt der Europäischen Union L 77 20–21.

Forschungskreis der Ernährungsindustrie (FEI): Untersuchungen zum Vorkommen, zur Stabilität und zum thermischen Abbau von Mutterkornalkaloiden in Roggen und Roggenprodukten; AiF 15280 N, Bonn, 2009.

FEI im Fokus: Verbraucherschutz großgeschrieben: Effektive Schnellmethode zur Bestimmung des Mutterkorngehaltes; Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V., Ausgabe 11/Februar 2012, 3–5.

Mitteilung der Kommission über die Merkmale der Waren, die für die Nahrungsmittelhilfe der Gemeinschaft bereitgestellt werden; Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften 2000/C 312/01.

Müller, C.: Analytik und Vorkommen von Mutterkornalkaloiden in ausgewählten Lebensmitteln; Dissertation Technische Universität Berlin, 2010.

Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit: Untersuchung von Mutterkornalkaloiden in Getreideerzeugnissen www.laves.niedersachsen.de.

Ökomonitoring Baden-Württemberg 2011: Mutterkornalkaloide in Roggenvollkorn- und Roggenmischbrot; http://oekomonitoring.cvuas.de

H. Taschan, S. Arte, T. Hobbie: Mutterkorn und Mutterkornalkaloide in Getreide und Mehl; Ernährung im Fokus, 2005, 11, 314–318.

Verordnung (EG) Nr. 824/2000 der Kommission vom 19. April 2000 über das Verfahren und die Bedingungen für die Übernahme von Getreide durch die Interventionsstellen sowie die Analysenmethoden für die Bestimmung der Qualität.

Wilde, P: Neue Entwicklungen für die „Rey-Belt"-Hybridzüchtung; Mühle + Mischfutter 2012 (149) 13, 406

Glyphosat im Fokus:

Ein kritischer Blick auf die aktuelle Medienberichterstattung

RA Christof Crone, Berlin

In jüngster Vergangenheit gab es wiederholt Presseberichte in Publikums- und Fachmedien[1], die sich mit dem Herbizid Glyphosat befassen. Meist wurden darin Fakten und Spekulation über eine mögliche Gesundheitsschädlichkeit der Substanz für den Menschen in unbefriedigender Art und Weise vermischt. Im Folgenden sollen daher die wesentlichen Fakten zum Thema dargestellt und kurz bewertet werden.

Glyphosat (chem. Bez. N-(Phosphonomethyl)-glycin) ist der Hauptwirkstoff mehrerer weltweit in der Landwirtschaft – auch in der Europäischen Union – eingesetzter Pflanzenschutzmittel. Den bekanntesten Vertreter dieser Produktgruppe vertreibt die Firma Monsanto unter dem Markennamen *Roundup*. Das Produkt ist in unterschiedlichen Gebindegrößen und Wirkstoffkonzentrationen verfügbar[2]. Es wird nicht nur im Bereich des professionellen Anbaus von Feldfrüchten eingesetzt, sondern steht in Kleingebinden und mit verringerter Wirkstoffkonzentration auch Hobbygärtnern und damit jedermann zum Kauf zur Verfügung[3]. Seit Ablauf des Patentschutzes von Monsanto bieten auch andere Hersteller glyphosathaltige Produkte an[4].

Einsatz und Funktionsweise des Wirkstoffes

Das Herbizid Glyphosat wird im landwirtschaftlichen Anbau von Feldfrüchten unter anderem zur Beseitigung von Begleitkräutern vor oder kurz nach der Aussaat, aber auch zur chemischen Sikkation eingesetzt. Der Begriff Sikkation steht für die künstliche Einleitung der Totreife bei Getreide. Ein weiterer Einsatzbereich ist in diesem Zusammenhang die Ausdörrung der grünen Pflanzenteile bei Kartoffeln vor der Ernte. Glyphosat wirkt in Zielorganismen lediglich auf grüne Pflanzenbestandteile. Die Substanz führt in der Pflanze durch gezielte Blockade eines für den Pflanzenmetabolismus notwendigen Enzyms innerhalb kurzer Zeit zu deren Absterben. Das Enzym, auf das eingewirkt wird (5-Enolpyruvylshikimat-3-phosphat [EPSP]-Synthetase), kommt bei Tieren und beim Menschen nicht vor.

Begriffsdefinitionen: Herbizide und Pestizide

Herbizide (lat. herba = Kraut, Gras) sind Substanzen, die störende Begleitkräuter beim Anbau von Kultur- und Nutzpflanzen abtöten sollen. Es wird unterschieden zwischen selektiven Herbiziden, die nur bestimmte Begleitkräuter vernichten und Breitbandherbiziden, die gegen sehr viele Pflanzen wirken.

Pestizide (von lat. pestis = Geißel, Seuche) sind chemische Substanzen zur Bekämpfung pflanzlicher und tierischer Schädlinge. Entsprechend definiert die europäische Richtlinie 2009/128/EG Pestizide sowohl als Pflanzenschutzmittel im Sinne der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 als auch Biozid-Produkte im Sinne der Richtlinie 98/8/EG. Im allgemeinen Sprachgebrauch werden die Begriffe „Pestizid" und „Pflanzenschutzmittel" allerdings meist vereinfachend gleichgesetzt.

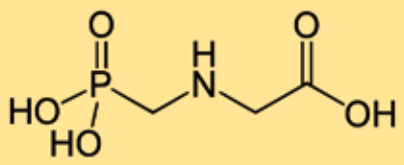
1 | *Z. B. „Spritzen schmerzt Bäcker", Allgemeine Bäckerzeitung Nr. 14 vom 14. Juli 2012.*

2 | *Vgl. die Herstellerwebsite www.roundup.de, abgerufen am 8. August 2012.*

3 | *Vgl. www.roundup-garten.de, abgerufen am 8. August 2012.*

4 | *Vgl. etwa die Produkthomepage der Fa. Du Pont, http://www2.dupont.com/Prod_Agriculture/en-ca/content/crop-protection/polaris-glyphosate.html, abgerufen am 8. August 2012.*

Abb. 1: Chemische Formel von Glyphosat



Quelle: Wikimedia Commons

Negative Pressebericht-erstattung der jüngsten Zeit und Reaktionen

Nach Presseberichten soll das Herbizid, eingebracht über Brotgetreide, auch in Backwaren nachweisbar sein[5]. Laut einer Studie der Universität Leipzig soll der Wirkstoff unter anderem auch im Urin von Einwohnern der Bundesrepublik vorkommen, die keine direkten Berührungspunkte mit landwirtschaftlicher Agrarerzeugung haben[6].

Die derzeitigen negativen Publikationen über das Präparat benennen als Quelle überwiegend das Umweltinstitut München e.V. Dieses ist nach eigener Aussage ein unabhängiger Verein, der sich gegen Atomkraft, für gentechnikfreies Essen und für den Ökolandbau einsetzt[7]. Das Umweltinstitut warnt in seinen Publikationen, die auf der Homepage www.umweltinstitut.org einsehbar sind und zurzeit neben den Printmedien auch von Nicht-Regierungsorganisationen wie Greenpeace zitiert werden, eindringlich vor vermeintlichen Gefahren des Wirkstoffs Glyphosat. Es handele sich bei dem Mittel, welches wie dargestellt neben professionellen Anwendern auch jedem Hobbygärtner zum freien Kauf zur Verfügung steht, um „pures Gift“ und sei kurz nach der Ernte im Falle von chemischer Sikkation noch in großen Mengen im Getreide nachweisbar[8]. Auf diesem Wege gelange es in die Nahrungskette. Dem Verbraucher wird empfohlen, ausschließlich Bio-Backwaren zu konsumieren[9].

Dem Wirkstoff Glyphosat werden seitens seiner Kritiker einige schädliche Wirkungen beigelegt, die in Bezug auf Menschen bislang jedoch nicht in wissenschaftlichen Maßstäben genügender Weise substantiiert sind[10]. So sucht man in einschlägigen Fachjournalen, deren Beiträge – wie in der Wissenschaft üblich – vor ihrer Publikation zunächst im Rahmen eines Peer-Review-Verfahrens auf ihre wissenschaftliche Fundiertheit und Qualität geprüft werden, vergebens nach entsprechenden Zusammenhängen. Die zitierten Negativaussagen bezüglich mutmaßlicher Wirkungen auf den Menschen stammen im Wesentlichen von einer Nicht-Regierungsorganisation namens Earth Open Source, welche sich auf eine selbstveröffentlichte Studie aus dem Jahr 2011 beruft, die den Titel „Roundup and birth defects: Is the public being kept in the dark“ trägt[11]. In dieser Studie werden gegen die EU-Kommission und bundesdeutsche Behörden (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit und Bundesinstitut für Risikobewertung [BfR]) schwere Vorwürfe erhoben[12]. Insbesondere wird behauptet, Glyphosat beziehungsweise diesen Wirkstoff enthaltende Produkte hätten fruchtschädigende Wirkungen, dies sei den genannten Behörden seit langem bekannt, aber aufgrund zu großer Industrienähe würden diese Erkenntnisse zurückgehalten[13]. Die Veröffentlichung der Studie mit ihren gravierenden Vorwürfen hat das BfR zum Anlass genommen, in einer Stellungnahme und einem FAQ-Papier hierauf zu reagieren[14,15].

Die deutsche Zweigniederlassung des Herstellers Monsanto, die Monsanto Agrar Deutschland GmbH, hat ebenfalls in einer entsprechenden Stellungnahme auf einen diesbezüglichen Artikel in der Süddeutschen Zeitung reagiert, und weist die erhobenen Vorwürfe zurück[16]. Glyphosathaltige Herbizide seien bei bestimmungsgemäßer Anwendung sicher[17]. Auch werden die Erkenntnisse der öffentlich nicht zugänglichen Studie der Universität Leipzig angezweifelt, nach denen der Wirkstoff im Urin beruflich nicht exponierter Personen nachweisbar sein soll[18].

Sicherheitsbeurteilung durch die zuständigen Behörden

Das BfR kommt zu dem Ergebnis, dass von Glyphosat und den in der EU zugelassenen glyphosathaltigen Pflanzenschutzmitteln nach bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnissen bei sachgemäßer Anwendung und Einhaltung der geltenden Rückstandshöchstmengen keine Risiken für Verbraucher ausgehen[19]. Dieselbe Auffassung vertritt folglich die Bundesregierung[20].

Die Österreichische Agentur für Lebensmittelsicherheit kommt zu demselben Ergebnis[21].

Die Europäische Kommission verlängerte die Zulassung für Glyphosat – sowie 38 weiterer Pestizide – bereits im November 2010 (Richtlinie 2010/77/EU vom 10. November 2010). Die Zulassung gilt bis 2015. Danach steht eine Neubewertung durch das BfR an, welches hier als Berichterstatter der EU-Kommission dient.

5 | *Vgl. nur http://www.sueddeutsche.de/gesundheit/herbizide-in-der-landwirtschaft-gift-im-getreide-1.1406344, abgerufen am 8. August 2012.*

6 | *Ibid.*

7 | *Selbstdarstellung des Vereins unter http://umweltinstitut.org/pressemitteilungen/presse/selbstdarstellung-554.html, abgerufen am 8. August 2012.*

8 | *http://umweltinstitut.org/gentechnik/aktionen/leserbrief-schreiben-1016.html, abgerufen am 8. August 2012.*

9 | *Ebd.*

10 | *So zusammenfassend der Fragen- und Antworten-Katalog des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) vom 11. November 2011, http://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zur_gesundheitlichen_bewertung_von_glyphosat-127823.html#topic_127825, abgerufen am 8. August 2012.*

11 | *BfR, a.a.O.*

12 | *Vgl. Antoniou, Habib et. al., „Roundup and birth defects – Is the public being kept in the dark?“, Nr. 3.4 auf Seite 17, im englischen Volltext abzurufen unter der Url. http://earthopensource.org/files/pdfs/Roundup-and-birth-defects/Roundup-andBirthDefectsv5.pdf, abgerufen am 8. August 2012.*

13 | *A.a.O., Nr. 4.*

14 | *BfR (Hrsg.), Stellungnahme vom 7. Juli 2011: „Neue Daten zu gesundheitlichen Aspekten von Glyphosat? Eine aktuelle, vorläufige Facheinschätzung des BfR (in Englisch)“, http://www.bfr.bund.de/cm/343/neue_daten_zu_gesundheitlichen_aspekten_von_glyphosat.pdf, abgerufen am 8. August 2012.*

15 | *BfR, s. FN 9.*

16 | *Für jedermann zugänglich unter http://www.lifepr.de/pressemeldungen/monsanto-agrar-deutschland-gmbh/boxid/331900, abgerufen am 8. August 2012, Originaltext liegt dem Verfasser vor.*

17 | *Ebd.*

18 | *Ibid.*

19 | *Vgl. oben FN 13, 14.*

20 | *Vgl. Antwort der Bundesregierung vom 27. 9. 2011 auf eine Kleine Anfrage der Abgeordneten Harald Ebner, Cornelia Behm, Hans-Josef Fell, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN, BT-Drucks. 17/7168, abzurufen unter der Url. http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/17/071/1707168.pdf, abgerufen am 8. August 2012.*

21 | *Vgl. Präsentation des Toxikologie-Experten Dr. Albert Bergmann vom Wiener Institut für Pflanzenschutzmittel, Spargelfeldstr. 191, 1220 Wien, im Expertenhearing vor dem Landwirtschaftsausschuss vom 30. 5. 2012 zum Thema Glyphosat, abzurufen unter http://www.ages.at/uploads/media/Glyphosat_Parlament-bergmann-25-5-2012.pdf, abgerufen am 8. August 2012.*

Rückstandshöchstmengen für Getreide

Die Rückstandshöchstmengen für den Wirkstoffs Glyphosat sind in Anlage 2 zu § 1 Abs. 1 Nr. 2, Liste A Rückstandshöchstmengenverordnung (RHmV) je nach Getreidekultur festgeschrieben.

Tab. 1: Rückstandshöchstmengen für Glyphosat in verschiedenen pflanzlichen Lebensmitteln gemäß Anlage 2, Liste A RHmV.

Pflanze	Höchstgehalt [mg/kg]
Wildwachsende Pilze	50
Gerste, Hafer, Sojabohnen, Sonnenblumenkerne, Sorghum	20
Baumwollsamen, Erbsen, Leinsamen, Lupinen, Rapssamen, Roggen, Senfsamen, Triticale, Weizen	10
Bohnen, Tee	2
Mais, Oliven zur Ölgewinnung	1
Kartoffeln, Mandarinen, Orangen, Trauben	0,5
Andere pflanzliche Lebensmittel, übrige sonstige Früchte	0,1

Es gibt bislang keine veröffentlichte amtliche Datenlage zum Vorkommen von Glyphosat in Brotgetreide. Einen möglichen Anhaltspunkt liefert derzeit allein eine jüngst gestellte Anfrage der WAZ beim nordrhein-westfälischen Umweltministerium. Auf diese teilte das Ministerium mit, dass in acht von 33 Proben Rückstände von Glyphosat gefunden worden seien. Dabei lagen die gefundenen Werte bei Raps und Weizen unterhalb des Grenzwertes von 10 mg, bei Gerste überschritt eine von fünf belasteten Proben den hier geltenden Grenzwert von 20 mg um 3 mg. Dies aber sei noch innerhalb der Schwankungsbreite, sodass die Behörde daraufhin nicht tätig wurde, hieß es von Seiten des Ministeriums[22].

Schlussfolgerungen für die Backbranche und ihre Zulieferindustrie

Die betroffenen Branchen nehmen Meldungen über gefährliche Rückstände in Lebensmitteln stets sehr ernst. Die Lebensmittelsicherheit, die wir heutzutage haben, ist ein hohes Gut; sie wird gemäß den gesetzlichen Vorgaben sichergestellt durch eigenverantwortliches Handeln jedes einzelnen Lebensmittelunternehmers. Ein nicht minder hohes Gut ist der Leumund von Lebensmitteln, und mit ihm verbunden der des Lebensmittelunternehmers. Diesen setzt selbstredend kein redlich denkender Unternehmer freiwillig aufs Spiel. Entsprechend getrübt ist die Laune, wenn man selbst kaum Einfluss auf das Geschehen hat. Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist Standard. Standard sind auch die Verfahren zur chemischen Sikkation in einer hochmechanisierten Landwirtschaft. Einen direkten Einfluss auf etwaige Rückstände von Pflanzenschutzmitteln in Getreiderohstoffen hat auch nur diese.

Es gibt nach der dargestellten Faktenlage keinen Anlass für Panikreaktionen. Die Einschätzung der zuständigen Behörden ist eindeutig, und es gibt derzeit keinen vernünftigen Grund, um an deren Bewertungsergebnissen zu zweifeln.

Was aber kann der Lebensmittelunternehmer in der gegenwärtigen Situation tun?

- Behauptungen, nach denen sich in Lebensmitteln hohe Rückstandsgehalte fänden, lassen sich unabhängig von der dem jeweiligen Wirkstoff zugeschriebenen Gefährlichkeit am einfachsten durch Fakten über tatsächliche Gehalte entkräften.
- Demgemäß bedarf es, um auf die erhobenen Anschuldigungen adäquat reagieren zu können, einer verlässlichen Datengrundlage, die man sich über seinen Lieferanten oder über eigenes Monitoring verschafft. Analysen sind über die einschlägigen Fachlabore verfügbar. Um eine fundierte Datengrundlage über Rückstände und Kontaminanten zu schaffen und die damit verbundene Kostenlast angemessen zu verteilen, kann zudem die Einführung eines branchenweiten Monitorings, organisiert durch die Branchenverbände, ein denkbarer Weg sein.
- Eigenkontrollen der Lebensmittelwirtschaft sind zwar zur Erfüllung von Sorgfaltspflichten und zur Vereinfachung der Krisenkommunikation unerlässlich, aber doch eigentlich nur ein Mittel um zusätzliche Sicherheit zu schaffen: An vorderster Front ist freilich die Landwirtschaft gefordert, die Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte sicherzustellen und Rückstände durch gute landwirtschaftliche Praxis auf das absolute Mindestmaß zu reduzieren. Gerade im vorliegenden Fall ist diese aus Sicht der betroffenen Verbände der Weiterverarbeitungsindustrien zudem gefordert, im Rahmen der Kommunikation mit der Öffentlichkeit aktiv tätig zu werden. Dies trägt in jedem Fall dazu bei, drohende Imageschäden für die gesamte Lebensmittelkette zu minimieren.

Eine Bemerkung zum Schluss

Pressemeldungen über die Präsenz von Giftstoffen in Lebensmitteln – und somit auch in Brot und Backwaren – sind stets geeignet, bei Verbrauchern wie auch Herstellern erhebliche Unsicherheit hervorzurufen. Und das nicht ohne Grund – gehören sie doch bei den meisten Menschen zu den Produkten, die sie täglich konsumieren. Entsprechend fällt der Effekt solcher Schlagzeilen aus. Wenn Berichterstattung den Pfad der Sachlichkeit verlässt und stattdessen ins Spekulative abgleitet, sollte man sich stets die Frage stellen, wem dies eigentlich nützt.

Über den Autor:

Christof Crone ist Rechtsanwalt und seit 2009 in Personalunion Geschäftsführer des Backzutatenverbandes e.V. und des Wissensforums Backwaren e.V.

22 | *Vgl. „Glyphosat im Getreide gefunden", Beitrag vom 20. 7. 2012, http://www.derwesten.de/region/westfalen/glyphosat-im-getreide-gefunden-id6901210.html, abgerufen am 8. August 2012.*

Enzyme in der Backwarenherstellung

Franz Mayer, Bingen

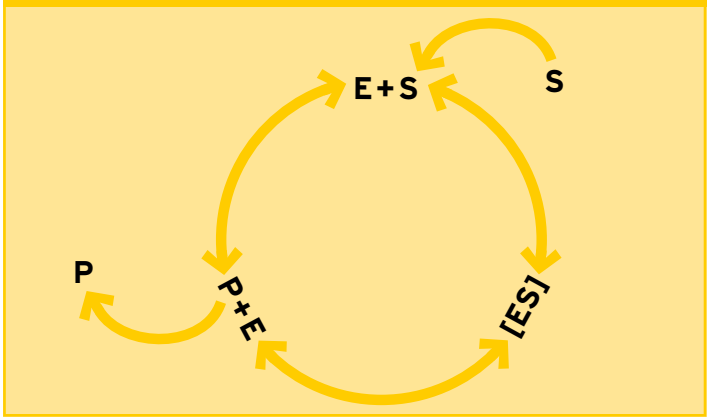
Der Einsatz von Enzymen ist heute bei der Herstellung von Backwaren kaum noch wegzudenken: Verbesserte Teigeigenschaften, Brotvolumen, Krustenfarbe und Frischhaltung sind nur einige Beispiele für die Wirkungen der kleinen Helfer. Während die Möglichkeiten bei Zusatzstoffen ausgeschöpft erscheinen, bieten sich Enzyme als Alternative an und konnten in den vergangenen Jahren mit neuen technologischen Möglichkeiten aufwarten. Dies gibt Anlass, den gegenwärtigen Wissensstand zum Thema einmal unter die Lupe zu nehmen.

Enzyme sind Eiweißstoffe, die natürlicherweise in jedem Lebewesen vorkommen – im einfachen Einzeller genauso wie in den Zellen von Pflanze, Tier und Mensch. Ihre Aufgabe: Sie führen sehr effektiv und spezifisch alle erforderlichen Stoffwechselvorgänge aus. Enzyme sind jedoch nicht nur in der Zelle aktiv, sondern können auch außerhalb wirksam sein. Genau dies macht sich der Mensch schon seit Jahrtausenden in der Lebensmittelherstellung zunutze, sei es bei der Herstellung von Wein, Käse oder eben beim Brotbacken. Im Unterschied zu damaligen Zeiten verlässt man sich heute nicht mehr allein auf die natürlicherweise in Rohstoffen enthaltenen und in der Teigführung entstehenden Enzyme, denn ihre Mengen und auch ihre Aktivitäten können sehr unterschiedlich sein. Qualitätsschwankungen wären unweigerlich die Folge. Enzyme werden daher heutzutage gezielt bei der Lebensmittelherstellung eingesetzt. Sie werden überwiegend biotechnologisch, das heißt mithilfe von Mikroorganismen hergestellt. Die Biotechnologie hat sich rasant entwickelt und ist zweifellos einer der innovativsten Bereiche für Lebensmittelrohstoffe. Dieser Beitrag erläutert die gegenwärtig üblichen Enzymanwendungen in der Backwarenherstellung. Er informiert außerdem über die – teilweise noch nicht ausgeschöpften – Möglichkeiten des Einsatzes von Enzymen zur Backwarenherstellung aus technologischer Sicht.

Was sind Enzyme?

Enzyme bestehen entweder nur aus Protein oder aus einem Proteinteil, dem Apoenzym, und einem Cofaktor. Apoenzym und Cofaktor bilden dann zusammen das aktive Enzym. Enzyme katalysieren biochemische Reaktionen, das heißt, dass die Reaktionen unter Einsatz des Enzyms mit höheren Geschwindigkeiten und unter milderen Bedingungen ablaufen können und dass das Enzym dabei nicht verbraucht wird, sondern für weitere Reaktionen zur Verfügung steht (Abb. 1). Da Enzyme so hervorragende Katalysatoren sind, ist man geneigt, ihnen Wirkungen zuzuschreiben, die sie nicht haben: So kann ein Enzym nicht das

Abb. 1: Enzyme sind Katalysatoren
Enzym (E) und Substrat (S) bilden einen Komplex (ES). Es bildet sich das Produkt (P). Das Enzym wird nicht verbraucht und steht wieder für weitere Umsetzungen zur Verfügung.



Gleichgewicht einer Reaktion verschieben, sondern katalysiert prinzipiell Hin- und Rückreaktion gleichermaßen[1]. Die dafür notwendigen Enzymzugaben sind entsprechend niedrig und werden in ppm (parts per million) beziehungsweise Milligramm pro Kilogramm angegeben. Im Vergleich zu chemischen Agenzien haben Enzyme eine deutlich höhere Reaktions- und Substratspezifität, das heißt sie katalysieren nur einen bestimmten Reaktionsschritt an einer ganz bestimmten Substanz, dem sogenannten Substrat. Gegenüber ihrer Umgebung sind Enzyme allerdings relativ anspruchsvoll. Sie wirken nur unter ganz bestimmten Bedingungen. Die entscheidenden Einflussgrößen sind hierbei vor allem die Temperatur und der pH-Wert. Von Bedeutung sind außerdem die Wasseraktivität und die Konzentration von Substraten und Produkten, Salzen und von Stoffen, die die Aktivität des Enzyms unterbinden können, sogenannte Enzyminhibitoren.

Herkunft der Enzyme

Enzyme, die üblicherweise für die Backwarenherstellung genutzt werden, kommen zum Teil natürlicherweise in pflanzlichen Rohstoffen wie eben Getreide oder Soja vor. So werden beim Keimungsvorgang des Getreides Amylasen gebildet, die Stärke abbauen. Dies wird bei der Herstellung von Malzen für die Bäckerei und Brauerei ausgenutzt. Ebenso kann beispielsweise durch Zusatz von Sojamehl bei Toastbrot eine helle Krume erzielt werden. Der Hintergrund: Sojamehl enthält eine Lipoxygenase, die Carotinoide oxidiert. Diese Lipoxygenase kann alternativ aus Sojamehl gewonnen und als isoliertes Enzym eingesetzt werden.

Die meisten zur Backwarenherstellung verwendeten Enzyme werden biotechnologisch mithilfe von Mikroorganismen hergestellt. Die bei diesen Fermentationen für die Mikroorganismen verwendeten Nährstoffe sind landwirtschaftliche Produkte wie Zucker, Stärke und Proteine. Die Mikroorganismen verstoffwechseln diese Nährstoffe, produzieren dabei Enzyme und sondern diese in die Nährlösung ab. Die Zellen der Mikroorganismen müssen also nicht aufgebrochen werden, um das Enzym zu erhalten. Durch Zentrifugation, Filtration und weitere Reinigungsschritte werden die Enzyme aus der Nährlösung gewonnen und nach einem Trocknungsschritt zu einem Enzympräparat mit verlässlicher Aktivität standardisiert.

Unterteilung und Bezeichnung von Enzymen

In der Backbranche werden aus historischen Gründen Enzyme üblicherweise nach der Art ihres Substrats klassifiziert. Die typischen Substrate in der Backwarenherstellung sind die Stärke beziehungsweise Amylose, Proteine und Fette beziehungsweise Lipide. Der Name des Enzyms oder der Enzymklasse ergibt sich aus dem Substratnamen durch Austausch der Endsilben gegen die Endung „-ase“. Amylosespaltende Enzyme heißen Amylasen, Protein-spaltende Proteasen und Lipid-spaltende Lipasen.

Enzyme erschließen das Potenzial der Zutaten

Enzyme benötigen immer ein Substrat, das sie zu einem Produkt umwandeln. Der wahrnehmbare Unterschied in den Eigenschaften des Teiges oder der Backwaren beruht dann auf den unterschiedlichen Eigenschaften zwischen dem Substrat und dem daraus erzeugten Produkt beziehungsweise auch seiner Verfügbarkeit und Entstehung im zeitlichen Verlauf des Prozesses. Enzyme selbst zeigen auch aufgrund der niedrigen Dosierung keinen direkten Effekt auf die Teigeigenschaften oder die fertige Backware. Durch den Backvorgang werden Enzyme denaturiert und damit inaktiviert. Danach stellen sie nicht mehr als eine geringe Menge Protein dar. Je nach Art des zugesetzten, teils aber auch natürlicherweise in den Rohstoffen enthaltenen Enzyms können unterschiedliche Effekte im Teig oder Gebäck beziehungsweise während des Herstellungsprozesses erreicht werden.

Amylasen

α-Amylase spaltet die Stärkefraktionen Amylose und Amylopektin in Zucker und Dextrine. Diese stellen Nährstoffe für die Hefe dar und tragen zur Bräunung der Kruste bei. β-Amylase spaltet Maltose vom Ende der Stärkeketten ab. Sie kommt auch natürlicherweise im Mehl vor, hat jedoch backtechnisch eine untergeordnete Bedeutung.

Maltogene Amylase spaltet Maltoseeinheiten und G4-Amylasen spalten Dextrine mit durchschnittlich vier Glucoseeinheiten vom Ende der Stärkeketten ab. Die Funktionalität beruht bei beiden weniger auf der Bildung von Zuckern, sondern vielmehr in der Veränderung des verbleibenden Stärkegerüsts. Es verringert sich damit die Rekristallisation der enzymatisch veränderten Stärke, die sogenannte Retrogradation und das Altbackenwerden wird verzögert. Bei diesen Enzymen handelt es sich somit um klassische Frischhalterenzyme[2]. Glucoamylase spaltet Glucoseeinheiten ab. Je nachdem, zu welchem Zeitpunkt die Glucose

Enzymbezeichnung nach IUBMB

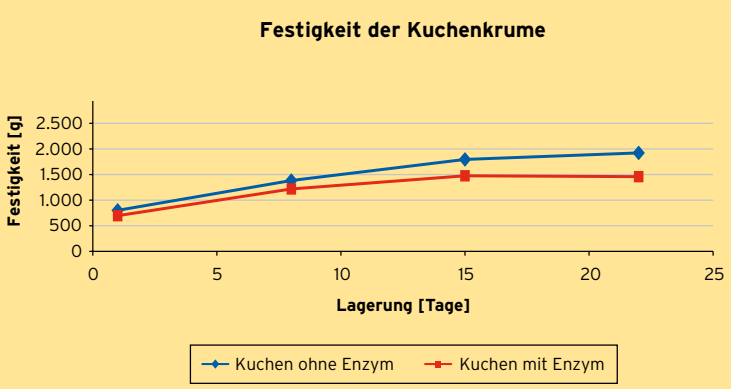
Nach den Regeln der Internationalen Vereinigung für Biochemie (IUBMB) werden Enzyme nach der Art der katalysierten Reaktion klassifiziert. Je nach Reaktionstyp unterscheidet man Oxidoreduktasen, Transferasen, Hydrolasen, Lyasen, Isomerasen und Ligasen. Der im Backwarenbereich mit Abstand relevanteste Reaktionstyp ist nach dieser Klassifizierung die Hydrolyse. Dabei wird ein Substrat in Gegenwart von Wasser (H_2O) in zwei Teile gespalten. Die entsprechenden Enzyme sind die Hydrolasen. Oxidations-Reduktions-Reaktionen werden von Oxidoreduktasen katalysiert. Alle weiteren Reaktionstypen sind in der Backwarenherstellung derzeit von untergeordneter Bedeutung.

im Prozess gebildet wird, dient sie der Hefe als Nahrung oder kann zur Bräunung der Kruste beitragen.

Glucoseoxidase

Glucoseoxidase oxidiert Glucose unter Bildung von Wasserstoffperoxid zu Gluconsäure. Sie benötigt dafür allerdings Sauerstoff als Reaktionspartner. Das gebildete Wasserstoffperoxid ist Partner in Oxidations-Reduktions-Reaktionen, die zur Ausbildung von quervernetzenden Disulfidbrücken im Klebernetzwerk beitragen. Glucoseoxidase stärkt damit den Kleber, reduziert die Klebrigkeit und erhöht die Gärtoleranz. Teilweise kann Ascorbinsäure, die als Mehlbehandlungsmittel verwendet wird, durch Glucoseoxidase ersetzt werden[3].

Abb. 3: Festigkeit der Krume
Mit einem Messstempel werden die Festigkeit und die Elastizität der Kuchenkrume gemessen und aufgezeichnet. Über die Lagerzeit werden die Veränderungen verfolgt. Kuchen mit Enzymen bleibt deutlich länger weich als Kuchen ohne Enzyme.



Hemicellulasen, Pentosanasen, Xylanasen

Das Substrat für die Hemicellulasen sind Hemicellulosen, die als Bestandteil der Zellwände von Getreide im Mehl enthalten sind. Hemicellulosen sind kettenförmige Moleküle, die als Bausteine unter anderem Pentosen, also Zucker mit fünf Kohlenstoffatomen, enthalten. Aus diesem Grund wurde traditionell für Hemicellulosen die Bezeichnung Pentosane verwendet. Es konnte gezeigt werden, dass die Wasseraufnahme praktisch ausschließlich auf die Hemicellulosefraktion der Arabinoxylane zurückzuführen ist[4]. Aus diesem Grund wird heute üblicherweise der spezifischere Begriff Xylanase verwendet. Langkettige Arabinoxylane werden durch Xylanasen hydrolytisch in mittelkettige Fragmente gespalten, wodurch die Wasserbindungsfähigkeit steigt. Xylanasen führen bei gleichem Wassergehalt zu trockeneren, weniger klebrigen Teigen und tragen wesentlich zu einem höheren Gebäckvolumen bei (Abb. 4). Schreitet die Hydrolyse der Arabinoxylane jedoch weiter fort und werden kurzkettige Fragmente erhalten, dann kehrt sich der Effekt wieder um, die Klebrigkeit des Teiges nimmt zu und die Teigstabilität lässt nach[5].

Cellulasen

Cellulasen hydrolysieren Cellulose, die im Korn und im Mehl eng mit Hemicellulosen assoziiert vorkommt. Durch die Hydrolyse der Cellulose kann ein synergistischer Effekt entstehen, indem die Verfügbarkeit der Hemicellulosen erhöht wird.

Proteinasen

Proteinasen hydrolysieren Proteine zu kürzerkettigen Peptiden und Aminosäuren. In der richtigen Dosierung regulieren sie kleberstarke Mehle und verhindern so das „Schnurren“, also das Zusammenziehen von Teigen. Ein mögliches Anwendungsgebiet sind tourierte

Abb. 2: Spezifität von Enzymen
Das Enzym α-Amylase spaltet die langkettigen Stärkemoleküle in kurz- und mittelkettige Dextrine. Enzym und Substrat passen wie Schloss und Schlüssel zusammen.

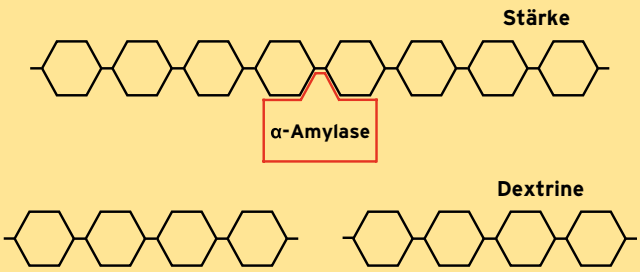


Abb. 4: Effekt von Xylanasen auf das Brotvolumen
Weißbrot ohne Xylanase (l.);
3 % Volumenzunahme mit 30 ppm Xylanase (m.);
keine weitere Volumenzunahme mit 60 ppm Xylanase (r.).

Asparaginase: Eine enzymatische Hilfe gegen Acrylamid

Aus der Aminosäure Asparagin und Glucose entsteht über mehrere Reaktionsschritte Acrylamid. Der als potenziell krebserregend eingestufte Stoff geriet im Jahr 2002 in die Schlagezeilen, weil er sich in bestimmten stärkehaltigen und gleichzeitig stark erhitzten Lebensmitteln nachweisen ließ. Das Enzym Asparaginase wandelt die Aminosäure Asparagin in die Aminosäure Asparaginsäure um, entzieht damit der Reaktion die Vorstufe und verhindert so die Bildung von Acrylamid. Diese Anwendung ist eher bei Keksen, Kartoffelchips und Pommes frites üblich und spielt für Brot und Brötchen keine große Rolle, da diese Produkte hinsichtlich ihrer Acrylamidkonzentration unkritisch sind.

Teige, die hohe mechanische Beanspruchungen erfahren.

Lipasen

Die Substrate der Lipasen sind die Lipide. Lipasen können eine Präferenz für polare Lipide wie die Glycolipide des Mehls und Phospholipide wie Lecithin oder neutrale Lipide wie Triglyceride haben. Aus all diesen Stoffgruppen entsteht durch Abspaltung einer Fettsäure ein Produkt, das stärker emulgierende Eigenschaften besitzt als das ursprüngliche Substrat. Lecithin wird damit in das sogenannte Lyso-Lecithin überführt und aus Triglyceriden entstehen Mono- und Diglyceride. Sie können damit teilweise oder vollständig den Zusatz von Emulgatoren ersetzen. In Brot und Brötchen tragen sie maßgeblich zur Teigstabilität bei. Im Kuchen führen Lipasen zu einer weicheren Krume und längeren Frischhaltung[6,7].

Was Enzyme „zum Arbeiten" brauchen…

Die Aktivität eines Enzyms setzt die Verfügbarkeit des Substrats voraus. Amylasen können die Stärke aus unbeschädigten Stärkekörnern nicht umsetzen. Allerdings steht in der Teigphase nur ein kleiner Anteil an beschädigter Stärke als Substrat zur Verfügung. Mit der Stärkeverkleisterung bei höheren Temperaturen wird die Stärke verfügbar. Es müssen nun aber die Temperaturstabilität und Temperaturoptima der Enzyme berücksichtigt werden. Temperaturstabile Enzyme stammen zum Beispiel aus thermophilen, das heißt hitzeliebenden Bakterien. Diese Enzyme zeigen ihre höchste Aktivität bei Temperaturen um 80 °C, bevor sie bei ca. 95 °C schließlich denaturiert und damit inaktiviert werden. Um eine zu frühe Wirkung dieser Enzyme in Gegenwart vorverkleisterter Stärke zu vermeiden, können sie zusätzlich mit Lipiden verkapselt werden. Sie werden dann temperaturgesteuert aktiviert, wenn die Lipidhülle schmilzt.

Im Bereich der Xylanasen sind ebenfalls Varianten mit verschiedenen Temperaturoptima bekannt. Zur Steuerung der Teigeigenschaften können diese kombiniert werden, um einerseits von der Knetphase bis zum Backen den gesamten Prozess abzudecken und andererseits nicht zu früh das Optimum zu überschreiten.

… und was sie ausbremsen kann

Niedrige pH-Werte denaturieren ein Enzym nicht zwangsläufig, senken jedoch seine Aktivität oft erheblich ab. Für Roggenmisch- und Roggenbrote, die gesäuert werden, sind deshalb Enzyme erforderlich, die bei niedrigen, sauren pH-Werten eine ausreichende Aktivität aufweisen. Die Art der Reaktionen und Effekte unterscheidet sich dann jedoch nicht von den vorher beschriebenen. Säuretolerante Enzyme sind in zunehmendem Maße verfügbar. Ein typischer Effekt bei enzymatischen Umsetzungen ist die Produkthemmung. Hohe Zuckerkonzentrationen hemmen beispielsweise die weitere Verzuckerung von Stärke, sodass die klassische Amylase im Kuchenbereich wenig aktiv ist. Hierfür stehen heutzutage neue, zuckertolerante Amylasen zur Verfügung. Enzyme und Enzympräparate können trotz hoher Spezifität Nebenaktivitäten aufweisen. Hierbei gibt es Nebenaktivitäten des eigentlichen Enzyms. Einige Hemicellulasen können beispielsweise aufgrund von Ähnlichkeiten in der Struktur von Cellulose und Hemicellulosen auch Cellulose spalten und umgekehrt. Andererseits gibt es auch Nebenaktivitäten, die auf begleitende andere Enzyme zurückzuführen sind. Die Mikroorganismen erzeugen neben dem Hauptenzym, das sie produzieren sollen, auch noch andere Nebenprodukte, die oft nicht vollständig abgetrennt werden können. So war es in der Vergangenheit normal, dass Amylasepräparate stets auch eine gewisse Proteaseaktivität aufweisen. Der Trend geht jedoch seit Jahren hin zu reineren Präparaten mit genau bekannten und beschriebenen Hauptaktivitäten und bestenfalls ohne Nebenaktivitäten.

Enzyme können Emulgatoren ersetzen

Beim Ersatz von Emulgatoren mit Enzymen können zwei grundsätzliche Herangehensweisen unterschieden werden: Die Enzyme erzeugen auf Grundlage der vorhandenen Zutaten entweder eine ähnliche Struktur wie die des Emulgators. Dies trifft auf den Einsatz von Lipasen zu, die zum Beispiel Triglyceride zu Mono- und Diglyceriden umsetzen. Monoglyceride bilden Komplexe mit der Stärke und hemmen die Retrogradation. Folgt man der anderen Herangehensweise, dann erzeugen die Enzyme einen ähnlichen Effekt auf eine ganz andere Art. Maltogene Amylasen können beispielsweise, wie oben beschrieben, die Stärke auf eine Art und Weise beeinflussen, die die Retrogradation verlangsamt, ein Effekt, der ansonsten mit Emulgatoren erreicht wurde.

Die Herstellung von Emulgatoren mithilfe der chemischen Verfahrenstechnik erfordert hohe Temperaturen und Drücke. Enzyme werden hingegen biotechnologisch unter milden Bedingungen, das heißt bei

Fermentationstemperaturen von ca. 40 °C hergestellt. Dadurch, dass die Dosierung von Enzymen, die eine emulgierende Wirkung zeigen können, im Vergleich zu Emulgatoren bis zu 100-mal niedriger ist, ergibt sich ein wesentlicher ökologischer Vorteil, sowohl in der Produktion als auch beim Transport.

Enzyme können zur Frischhaltung von Brot beitragen

Eine längere Frischhaltung von Brot trägt nicht dazu bei, mehr Brot zu verkaufen. Ganz im Gegenteil: In der gegenwärtigen Diskussion um die Verschwendung von Lebensmitteln wird immer wieder deutlich, dass neben frischem Obst und Gemüse vor allem Brot weggeschmissen wird – und zwar rund 20 % der erzeugten Menge. Durch eine längere Frischhaltung mithilfe von Enzymen könnte weniger Brot verschwendet werden. Gleichzeitig würden die entsprechenden Transporte und die notwendige Verpackung entfallen.

Enzyme und Allergien

Wenn über Allergien im Zusammenhang mit Getreide, Mehl und Brot gesprochen wird, ist generell zwischen dem Verzehr von Brot und Backwaren und den Arbeitsplatzrisiken bei ihrer Herstellung zu unterscheiden. Durch den Verzehr von Backwaren, die mit Enzymen hergestellt wurden, sind bisher keine allergischen Reaktionen auf die verwendeten Enzyme bekannt geworden. In einer Studie mit 400 Allergikern, die auf typische Allergene wie Birken- und Gräserpollen, Haustiere und Lebensmittel wie Ei, Milch und Nüsse allergisch waren, wurden die Reaktionen auf 19 häufig verwendete Lebensmittelenzyme untersucht. Keiner der Patienten zeigte eine spezifische allergische Reaktion oder Kreuzreaktion auf diese Enzyme[8]. Prinzipiell werden die Enzyme im Backprozess durch die Hitze denaturiert, wodurch sich das allergene Potential ändern kann. Allergische Reaktionen wurden jedoch auch nicht nach Aufnahme von aktiven Enzymen in hohen Dosierungen, wie sie teilweise als Verdauungshilfe verzehrt werden, berichtet. Darüber hinaus sind bisher auch keine Kreuzreaktionen durch Brot, das mit Enzymen hergestellt wurde, mit anderen bekannten Allergenen bekannt geworden[9].

Arbeitsplatzrisiken

Staub stellt in Mühlen, Mischbetrieben und Bäckereien ein Gesundheitsrisiko für die Mitarbeiter dar. Stäube können bei starker Exposition, das heißt bei häufigem Kontakt und in hohen Konzentrationen, zu Haut-, Augen- und Atemwegsreizungen und zu einer Sensibilisierung bis hin zu Allergien und Asthma führen. In einer Studie wurden Allergene, auf die Bäcker mit berufsbedingten respiratorischen Symptomen beziehungsweise Asthma reagieren, identifiziert. Es wurden dabei größtenteils mehleigene Proteine als Allergene erkannt. Typische Backenzyme waren auch Gegenstand der Untersuchungen, waren in dieser Studie jedoch nicht die Hauptallergene[10]. Wenngleich auch andere Studien kein höheres allergenes Potenzial von eingesetzten Enzymen im Vergleich zu mehleigenen und anderen Proteinen nachweisen konnten, ist es grundsätzlich empfehlenswert die Exposition gegenüber Stäuben aller Art auf das Mindestmögliche zu reduzieren. Der Umgang mit Enzymen erfordert deshalb von den Verarbeitern konzentrierter Enzympräparate wie Backmischungs- und Backmittelherstellern entsprechende Arbeitssicherheitsmaßnahmen. Die Enzymhersteller verringern das Risiko der Sensibilisierung durch Granulierung der Enzympräparate mit ihrem Trägerstoff, der meistens Mehl ist, und entstauben die Produkte zusätzlich durch die Zugabe von Pflanzenöl. Die Partikelgrößenverteilung granulierter Enzympräparate liegt deutlich oberhalb der von Mehl, wodurch sie besonders staubarm sind. Wie oben dargestellt, ist die Dosierung von Enzymen in einem Backmittel sehr niedrig. Wie bei jedem Stoff mit Gefahrenpotenzial hängt dieses auch mit der Konzentration zusammen. Dies wird am Beispiel von Alkohol deutlich. Reiner Alkohol wird mit dem Gefährdungsmerkmal „Leichtentzündlich“ beschrieben; Bier, eine Zubereitung mit einem Alkoholgehalt von 5 %, ist nicht mehr entzündlich.

Fazit

Enzyme sind in der Backwarenherstellung unersetzlich und bieten noch großes Innovationspotenzial. Sie zeigen einzigartige technologische Wirkungen, die durch Zusatzstoffe oft nicht zu erreichen sind. Die Produktion erfolgt biotechnologisch und basiert auf nachwachsenden Rohstoffen. Durch die geringen notwendigen Dosierungen ist die Ökobilanz von Enzymen der der Zusatzstoffe überlegen. Enzyme werden unabhängig von allen künftigen Kennzeichnungsregeln weiterhin und in Zukunft wahrscheinlich in noch größerem Umfang zum Einsatz kommen. ■

Über den Autor:

Franz Mayer ist staatl. geprüfter Diplom-Lebensmittelchemiker und gelernter Bäcker. Er ist bei CSM in Bingen im „Innovation Center Bakery Ingredients“ für Enzyme verantwortlich.

Literatur:

1) *Berg, JM, Tymoczko, JL, Stryer, L.; Biochemistry, WH Freeman & Co. Ltd., New York, 5. Auflage (2002)*
2) *Goesart, H, Slade, L, Levine, H, Delcour, JA; Amylases and bread firming – an integrated view* J Cereal Sci***50****: 345–352 (2009)*
3) *Joye, IJ,Lagrain, B,Delcour, JA; Use of chemical redox agents and exogenous enzymes to modify the protein network during breadmaking – A review;* J Cereal Sci***50****: 11–21 (2009)*
4) *Izydorczyk, MS, Biliaderis, CG, Bushuk, W; Oxidative Gelation Studies of Water-soluble Pentosans from Wheat J Cereal Sci11: 153–169 (1990)*
5) *Courtin, CM, Delcour, JA; Arabinoxylans and Endoxylanases in Wheat Flour Bread-making J Cereal Sci 35: 225–243 (2002)*
6) *DeMaria, L, Vind, J, Oxenbøll, KM, Svendsen, A, Patkar, S; Phospholipases and their industrial applications ApplMicrobiolBiotechnol74:290–300 (2007)*
7) *Guy, RCE, Sahi, SS; Application of a Lipase in Cake Manufacture.J Sci Food Agric86: 1679–1687 (2006)*
8) *Bindslev-Jensen, C, Skov, PS, Roggen, EL, Hvass, P, Brinch, DS; Investigation on possible allergenicity of 19 different commercial enzymes used in the food industry Food Chem Toxicol 44: 1909–1915 (2006)*
9) *AMFEP, Report of the Working Group on Consumer Allergy Risk from Enzyme Residues in Food, Kopenhagen (1998)*
10) *Sander, I, Flagge, A, Merget, R, Halder, TM, Meyer, HE, Baur, X, Identification of wheat flour allergens by means of 2-dimensional immunoblotting; J Allergy ClinImmunol107: 907–913 (2001)*

Das Wissensforum Backwaren e.V. Berlin / Wien dankt und trauert um

Dr. Gerald Plasch

Unser geschätztes Redaktionsmitglied und langjähriger Autor Dr. Gerald Plasch ist am 19. Mai 2012 im Alter von 75 Jahren nach langer Krankheit verstorben.

Dr. Gerald Plasch verstand es, verschiedene Fachdisziplinen geschickt zu verbinden: So promovierte er nach Abschluss seines Studiums für Gärungstechnik an der Hochschule für Bodenkultur in Wien über die Backfähigkeitsbestimmung von Weizenmehlen. Seine berufliche Laufbahn begann er bei den Kampffmeyer Mühlen, wo er über 21 Jahre in den Bereichen Analytik und Rohstoffbewertung, Müllereitechnologie, Produktentwicklung, Qualitätssicherung und Kundenberatung arbeitete. 1984 wechselte er in die Backmittelbranche zu Boehringer Ingelheim Backmittel. Auch dort war er in führenden Positionen tätig, in denen er sich ein profundes lebensmittelrechtliches Fachwissen aneignete.

Es war Dr. Gerald Plasch stets ein Anliegen, sein umfangreiches Fachwissen auch zum Nutzen der Allgemeinheit einzusetzen. Und so engagierte er sich – auch noch lange Zeit nach Eintritt in den Ruhestand im Jahr 2001 – intensiv in verschiedenen ehrenamtlichen Positionen, darunter auch für das Wissensforum Backwaren. Als Redaktionsmitglied der Verbandspublikation „backwaren aktuell“ war er bis kurz vor seinem Tod tätig. Über viele Jahre unterstützte er die Öffentlichkeitsarbeit des Wissensforums, indem er zahlreiche Fachbeiträge erstellte und auch für ganze Fachbroschüren verantwortlich zeichnete. Auch der Backzutatenverband profitierte von Dr. Gerald Plaschs reichem Erfahrungsschatz: Dort war er über lange Jahre Mitglied im Expertenkreis und vertrat zudem die Brancheninteressen der Backzutatenhersteller im Expertengremium des europäischen Dachverbandes FEDIMA.

Dr. Gerald Plasch engagierte sich zudem für die Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e.V. in zahlreichen Funktionen: im Ausschuss für Getreidechemie, als stellvertretender Vorsitzender und später auch als Vorsitzender. Für seine Verdienste um die gesamte getreideverarbeitende Branche wurde ihm 2005 die Neumann-Medaille verliehen.

Wir haben Dr. Gerald Plasch immer als einen sehr angenehmen, ausgleichenden, fachlich hochkompetenten und gleichzeitig humorvollen Kollegen erlebt. Er hinterlässt eine große Lücke.

Wir sind dankbar für seine jahrlange Unterstützung und werden ihm ein ehrendes Andenken bewahren.

Wilko Quante
1. Vorsitzender

Christof Crone
Geschäftsführer

Impressum

Herausgeber und V.i.s.d.P.:
Wilko Quante,
RA Christof Crone;
Wissensforum Backwaren e.V.

Redaktion:
Prof. Dr. Bärbel Kniel,
Dr. Christina Rempe

Gestaltung:
kippconcept GmbH, Bonn

Druck:
Gebr. Molberg GmbH, Bonn

Geschäftsbereich Deutschland:
Neustädtische Kirchstraße 7 A
10117 Berlin
Tel. +49 (0) 30 / 68 07 22 31-0
Fax +49 (0) 30 / 68 07 22 31-9
Hotline +49 (0)7 00 / 01 00 02 87
www.wissensforum-backwaren.de
info@wissensforum-backwaren.de

Geschäftsbereich Österreich:
Smolagasse 1
1220 Wien
Hotline +43 (0)8 10 / 00 10 93
www.wissensforum-backwaren.at
info@wissensforum-backwaren.at