

Manfred Eimer und Dieter von Hörsten, Göttingen

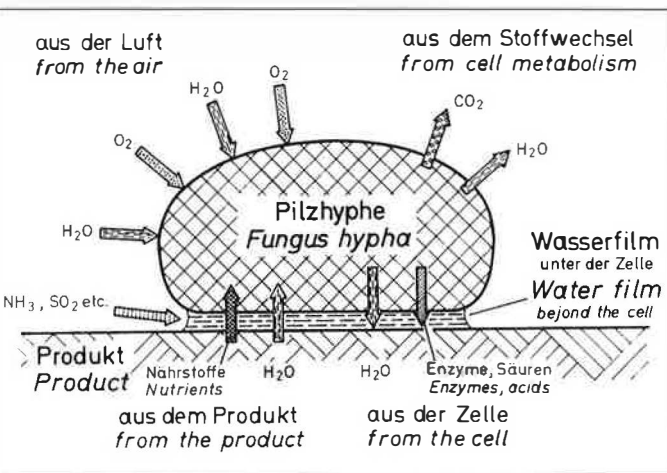
Schäden durch Mikroorganismen

Mikrobielles Wachstum auf pflanzlichen Produkten und seine Auswirkungen auf die Qualität

Pflanzliches Erntegut bietet Mikroorganismen zumeist gute Wachstumsbedingungen, die schnell zu Verlusten und Verderb führen können. Grundlage für technisches Handeln sind Kenntnisse über mikrobielle Entwicklungen und Umsetzungen. Sie ermöglichen Vorgaben für eine zielgerichtete Konservierung und Lagerung.

Organische Stoffe stellen für Mikroorganismen ein leicht zugängliches Nährstoffreservoir dar. Deshalb müssen pflanzliche Produkte vor der Kontamination mit unerwünschten Mikroorganismen geschützt und unter Bedingungen gelagert und verarbeitet werden, welche eine mikrobielle Entwicklung nicht zulassen. Voraussetzungen dafür sind detaillierte Kenntnisse über mikrobielles Wachstum unter verschiedenen Luftzuständen, welche als Entscheidungshilfe für verfahrenstechnische Maßnahmen dienen. So können Verluste an wertbestimmenden Inhaltsstoffen vermieden und Verderb ausgeschlossen werden.

Schimmelpilze sowie in geringem Umfang auch auf Hefen und Actinomyceten [1]. Unter feuchten Verhältnissen (relative Luftfeuchte an der Produktoberfläche über 95%) setzen sich Bakterien gegenüber anderen Mikroorganismen durch. Die Feuchteansprüche von Schimmelpilzen sind aufgrund dickerer Zellwände geringer (relative Luftfeuchte über 65%). Daher überdauern viele Arten auch längere Trockenzeiten (bis zu zwei Jahren [4]). Pilze zeichnen sich durch eine schnelle Verbreitung über Sporen und Myzel aus. Damit kommt ihnen bei der Konservierung und Lagerung eine vorrangige Bedeutung zu. Hefen mit höheren Feuchteansprüchen können sich meist nur bei veränderten atmosphärischen Bedingungen sowie bei saurem oder alkalischem Milieu gegen Bakterien und Schimmelpilze durchsetzen (so bei gasdichter Lagerung [5]).



Voraussetzungen für mikrobielles Wachstum

Die mikrobielle Entwicklung und das anschließende Wachstum werden durch folgende Faktoren nach [1, 2] bestimmt:

- Klima (Feuchte und Temperatur)
- Nährstoffverfügbarkeit und -zusammensetzung
- Sauerstoff- und Kohlendioxidkonzentration
- pH - Wert (Wasserstoffionenkonzentration)
- Beschaffenheit des Produkts

Mikrobielles Wachstum

Mikroorganismen entwickeln sich nach bestimmten Gesetzmäßigkeiten. Nach der Kontamination eines Produkts mit Mikroorganismen bleibt zunächst die Zellzahl für einen bestimmten Zeitabschnitt konstant (Anlaufphase, Bild 2). Weil in dieser Zeit kaum merklich organische Substanz abgebaut wird, sollte sie vorzugsweise genutzt werden, um eine Konservierung durchzuführen. Daran schließt sich die Wachstumsphase (exponentielle Phase) an, wobei die Population ihre maximale, konstante Teilungsrates erreicht. Bei Begrenzung eines Wachstumsfaktors stellt sich ein stationärer Zustand (stationäre Phase) ein. Nährstoffmangel, zu hohe Populationsdichten, veränderte atmosphärische Bedingungen oder eine Ansammlung toxischer Stoffwechselprodukte bewirken letztendlich den Zusammenbruch der Population (Absterbephase). Eine eingeschränkte Wasserverfügbarkeit führt zu einer verlängerten Anlauf- und Wachstumsphase und niedrigeren Zellzahlen (Bild 2).

Während der Vegetationsperiode werden Pflanzen bereits vom Boden aus mit Mikroorganismen infiziert. Niederschläge und niedrige Nachttemperaturen sorgen im Bestand für ein hohes, mittleres Feuchteniveau. Unter diesen Bedingungen entwickelt sich

Bild 1: Schematische Darstellung der Ernährung und Exkretion einer Pilzhyphe auf einem Produkt (nach Frank [3] verändert)

Fig. 1: Schematic graph concerning nutrition and excretion of a fungus

Prof. Dr. Manfred Eimer war Akademischer Direktor und Dr. Dieter von Hörsten ist Akademischer Rat am Institut für Agrartechnik der Georg-August-Universität (Direktor: Prof. Dr. W. Lücke), Gutenbergstr. 33, 37075 Göttingen, email: uaat@gwdg.de

Schlüsselwörter

Mikrobielles Wachstum, Verluste von Inhaltsstoffen, Mykotoxine

Keywords

Microbial growth, losses of nutrients, mycotoxin

(Art, Reife- und Gesundheitszustand, Beschädigungen und Verunreinigungen) Voraussetzung für jegliche mikrobielle Umsetzungen ist die Verfügbarkeit von Wasser. Dieses kann sowohl durch das Produkt als auch durch die Umgebungsluft bereitgestellt werden. Mit Hilfe von Wasser sind Mikroorganismen durch eigene Enzyme in der Lage, organische Verbindungen zu zersetzen. Anschließend werden in gelöster Form Nährstoffe und der notwendige Sauerstoff aufgenommen (Bild 1). Dabei setzen sich die Mikroorganismenarten durch, welche an die vorliegenden Bedingungen am besten angepasst sind.

Arten der Mikroflora

Die Mikroflora auf pflanzlichen Produkten erstreckt sich vorwiegend auf Bakterien und

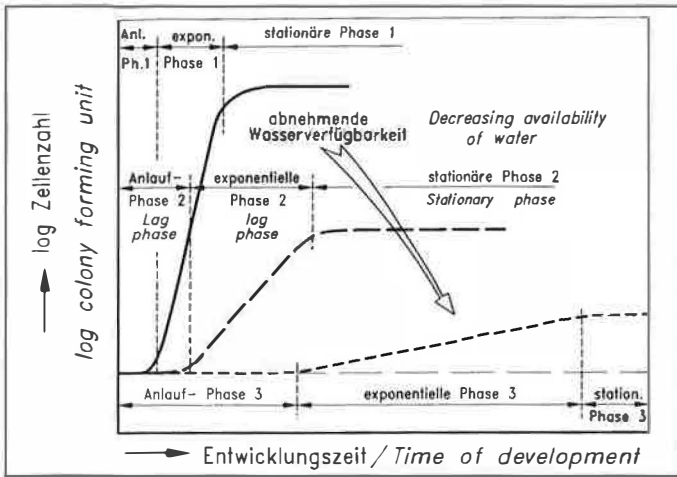


Bild 2: Einfluss der Wasserverfügbarkeit auf mikrobielles Wachstum nach Troller [6]

Fig. 2: Effect of water availability on microbial growth

eine typische Feldflora. Bei hoher Feuchte und erhöhten Temperaturen können sich hohe Populationsdichten einstellen. Da die Ernte während einer trockenen Witterungsperiode erfolgt, hat sich in der Regel ein reduzierter mikrobieller Besatz auf den Pflanzen eingestellt.

Bei Transport und Einlagerung wird das Erntegut durch nicht sterile Förder- und Lagereinrichtungen mit Keimen der Lagerflora kontaminiert. Bedingt durch reduzierte Wasserverfügbarkeit kommt es zum Absterben der Feldflora und zur Entwicklung der Lagerflora. Diese Umschichtung ist mit einem vorübergehenden Rückgang der Keimzahlen auf dem Produkt verbunden [7]. Die neue Flora, vorzugsweise Schimmelpilze, weist im mesophilen Temperaturbereich um 30 °C ein ausgeprägtes Entwicklungsmaximum auf ([8], Bild 3). Deshalb sollte Erntegut im Temperaturbereich von 20 bis 35 °C entweder umgehend konserviert oder zumindest für eine Zwischenlagerung gekühlt werden. Ein weiteres Maximum tritt im thermophilen Temperaturbereich um 55 °C auf, welches in der Regel für die Landwirtschaft von geringerer Bedeutung ist.

Verluste an Inhaltsstoffen

Mikroorganismen setzen bei dem günstigen Nährstoffangebot pflanzlicher Nahrungs- und Futtermittel vorwiegend die wertbestimmenden Inhaltsstoffe um. Eine allgemeine Aussage, welche der Stoffgruppen unterschiedlicher pflanzlicher Produkte durch mikrobielles Wachstum abgebaut werden, ist schwierig. In der Regel wird vorrangig Zucker metabolisiert. Aufgrund vorliegender Untersuchungsergebnisse erstrecken sich die Umsetzungen bei niedrigen Temperaturen (<15 °C) vorwiegend auf die anderen Kohlenwasserstoffe. Mit steigenden Temperaturen werden dann zunehmend Proteine und Fette abgebaut. Der Anstieg der Ge-

samtmasseverluste erfolgt bis zum Ende der Wachstumsphase analog dem Logarithmus der Pilzkeimzahlen [10]. Aus Sicht der Qualitätserhaltung ist mikrobielles Wachstum zu unterbinden, da vor allem wertvolle Inhaltsstoffe umgesetzt und Geschmack und Aussehen negativ beeinflusst werden.

Mykotoxinbildung

Auf einem Produkt konkurrieren mehrere Mikroorganismenarten um die verfügbaren Nährstoffe. Der Anteil der an vorliegende Bedingungen am besten angepassten Art beträgt meist 80% und mehr. Den verbleibenden Rest teilen sich nur wenige Arten. Im Bereich erhöhter Myzelwachstumsraten bildet eine Pilzreinkultur toxische Stoffwechselprodukte, die Mykotoxine. Die weniger gut angepassten Begleitpilze bauen organische Substanz häufiger nur unvollständig ab. Dabei anfallende Spaltprodukte können miteinander reagieren und weitere Mykotoxine bilden. Durch eine Population unterschiedlicher Mikroorganismen dürften jedoch mehrere Mykotoxine in erhöhter Menge produziert werden als durch eine Reinkultur unter gleichen Bedingungen. Die Bestimmung von Mykotoxinen ist teilweise aufwendig und daher für die Mehrzahl der Verbindungen – bekannt sind etwa 400 Toxine – kaum durchführbar. In den ersten Monaten nach der Ernte kann die Pilzkeimzahl ein Anhalt für die Gefahr einer Toxinbildung sein.

Zusammenfassung

Ausgehend von den Voraussetzungen für mikrobielles Wachstum wird die Entwicklung von Mikroorganismen auf pflanzlichen Produkten dargelegt. Die unterschiedlichen Ansprüche von Feld- und Lagerflora werden vorgestellt. Maßgeblich für Verluste an wertbestimmenden Inhaltsstoffen sind unter aeroben Bedingungen bei reduzierter Wasser-

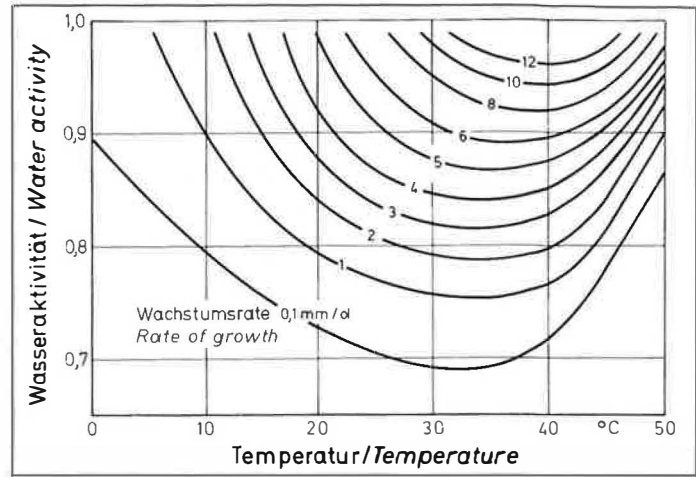


Bild 3: Einfluss von Feuchte und Temperatur auf das Myzelwachstum von Schimmelpilzen der Lagerflora nach Daten von Ayerst [9]

Fig. 3: Effect of humidity and temperature on mould fungi mycelium growth of storage flora

verfügbarkeit Schimmelpilze, die nach der Ernte als Hauptursache für den Abbau organischer Masse und Bildung toxischer Stoffwechselprodukte angesehen werden müssen. Für eine ordnungsgemäße Konservierung und Lagerung sind die Kenntnisse über die beschriebenen Zusammenhänge von grundlegender Bedeutung, um wertbestimmende Inhaltsstoffe zu erhalten und hygienisch einwandfreie Produkte zu garantieren.

Literatur

- Bücher sind mit • gekennzeichnet
- [1] Spicher, G.: Die Mikrobiologie des Getreides und der Getreideprodukte. Bodenkunde 24 (1973), S. 371 – 389
 - [2] • Schlegel, H. G.: Allgemeine Mikrobiologie. 5. Auflage, Thieme-Verlag, Stuttgart, 1981.
 - [3] Frank, H. K.: Besiedlung und Schädigung von Kunststoffen durch Mikroorganismen. Forum Mikrobiologie. (1985), H. 8, S. 339 – 345
 - [4] • Richard-Molard, D., L. Lesage and B. Cahagnier: Effect of water activity on mold growth and mycotoxin production. In: Sinatos, D. and I.L. Multon: Properties of water in foods. Martinus Nijhoff Publisher, Dordrecht, 1985, S. 273 – 292
 - [5] • Ceynowa, J.: Mykologische Untersuchungen an luftdicht gelagertem Getreide. Dissertation, Kiel, 1986
 - [6] • Troller, I. A.: In Richard-Molard et. al. 1985, in: [3]
 - [7] Eimer, M.: Schimmelpilze auf Getreide, deren Wachstumsbedingungen und Folgen für die Verwertung. Bornimer Agrartechnische Berichte (1994), H. 5, S. 119 – 131
 - [8] Terry, C. W.: Relations of time and operation schedule to hay quality, mold development, and economy operation. Agricultural Engineering 28 (1947), H. 4, S. 141 – 144
 - [9] Ayerst, G.: The effect of moisture and temperature on growth and spore germination in some fungi. Journal of Stored Products Research 5 (1969), S. 226 – 233
 - [10] • Morcos, B.: Mikrobielle Entwicklung und Verderb bei der Konservierung und Lagerung von Getreide – schädigungsfreie Verweilzeiten und tolerierbare Grenzen. Dissertation, Göttingen, 1985