

Die Mikroflora auf einigen Ernteprodukten

Ernteprodukte bringen vom Feld her ihren Mikrobenbesatz mit. Auf dem Lager sterben jedoch, jedenfalls unter mitteleuropäischen und ähnlichen Verhältnissen, viele der vom Feld stammenden Arten ab: Die „Feldflora“ weicht der „Lagerflora“. Die Keimzahlen sinken im Laufe einer guten, das ist bei einer trockenen und luftigen Lagerung, allmählich ab, und zwar umso mehr, je weniger Feuchtigkeit die Mikroben zur Verfügung haben. Bei schlechter Lagerung dagegen können sie gewaltig ansteigen.

Bei der Untersuchung des Mikrobenbesatzes von Ernteprodukten werden nur die **lebenden** Keime bestimmter Mikrobenarten gefunden. Über **andere Mikrobenarten**, über **die Menge abgestorbener mikrobieller Biomasse**, über **vorausgegangene mikrobielle Prozesse**, über die **Anhäufung von Schadstoffen** gibt die Untersuchungsmethode **keine Auskunft**. Alle diese Faktoren können aber einen Einfluss auf die Qualität des Ernteproduktes haben. Eine ausgewiesene **niedrige Keimzahl** ist daher **kein hinreichendes Kriterium für eine befriedigende mikrobielle Qualität bzw. die Unbedenklichkeit des Ernteproduktes**. Wird die Keimzahluntersuchung durch weitere Untersuchungen ergänzt, lässt sich schon viel eher ein aufschlussreiches Bild über die Qualität entwerfen.

Die Ursachen einer oberhöhten mikrobiellen Kontamination der Futterpflanzen

Bei der Betrachtung der Ursachen erscheint es vorteilhaft, die drei Bereiche Feld, Ernte und Lager zu unterscheiden.

1. Ursachen auf dem Feld

Das Streben der modernen Landwirtschaft ist auf höchstmögliche Felderträge gerichtet. Man erreicht sie durch die Züchtung und den Anbau ertragreicher Sorten und durch intensive Düngung, vor allem mit massetreibendem Stickstoff, vorwiegend in Form von Nitraten und Ammoniumsalzen. Auch der Jauche- und Güllestickstoff wird größtenteils als Ammoniak wirksam.

Beide Maßnahmen, **Hochertragszüchtung** und **Stickstoffdüngung**, reduzieren die pflanzlichen Gerüstsubstanzen in den Zellwänden, verstärken die Exsudation pflanzlicher Inhaltsstoffe und geben den Zellinhalt **dem mikrobiellen Angriff in erhöhtem Maße preis**. Die Folge ist eine intensive Vermehrung der Mikroben auf den Pflanzenoberflächen, eine entsprechend verstärkte Verbreitung von Mikrobenzellen, Bakterien, Pilzsporen in der Umwelt, eine **Steigerung des allgemeinen Infektionsdruckes**.

Dieser sich selbst aufschaukelnde Prozess scheint gegenwärtig auf einem **beträchtlich überhöhten Niveau angelangt zu sein**.

Beide Maßnahmen, Züchtung und Düngung, verzögern zwecks Erreichung der Ertragssteigerung das Ausreifen der Pflanzen, verlängern dadurch ihre Verweildauer auf dem Feld, während der sie dem erhöhten Infektions- und Kontaminationsdruck (Luftverunreinigung Klasse II) ausgesetzt sind. Bei geeigneter Witterung kommt es zur explosionsartigen Vermehrung der Mikroben. An der Schwärzung des Getreides innerhalb weniger Tage ist dieser Vorgang manchmal gut zu beobachten.

Die einseitigen, oft bis zur Monokultur **eingeschränkten Fruchtfolgen** im Ackerbau und **die Verarmung an Pflanzenarten auf „modern“ bewirtschaftetem Grünland führen auch in der epiphytischen Mikroflora zur Artenverarmung und -verschiebung** und dadurch zum Verlust von **mikrobiellen Antagonismen** und zum **Überhandnehmen von Toxin(Gift-)bildnern**.

2. Ursachen bei der Ernte

Auch der Mähdrusch verzögert die Einbringung der Feldfrüchte mit den gleichen Folgen, die oben beschrieben wurden. Die Vollernte des Körnermaises mit dem Mähdrescher setzt das Mais Korn starken mechanischen Beanspruchungen aus. Je mangelhafter es ausgereift ist, umso mehr wird es gequetscht, bekommt es Haarrisse und zerbricht es in Stücke. Spätreife Maissorten sind ertragreicher, aber sie kommen umso leichter in die Frühfröste hinein. Der Frost aber macht die Schale rissig, beschädigt die Zellwände gerade in den äußeren, für die Mikroben unmittelbar zugänglichen Gewebeschichten.

Die Heißlufttrocknung verursacht Dehnungen und Schrumpfungen des Kornes. Dies und die mechanischen Einwirkungen in Transport-, Trocknungs- und Förderanlagen rufen ebenfalls Risse und Beschädigungen in der Schale und Bruchkorn hervor. Der Schutz, den die unversehrte Schale dem Korn gegen das Eindringen von Mikroben bietet, **geht dabei verloren**.

Die Intensivdüngung hat die Grünlanderträge auf ein Mehrfaches gesteigert. Das gemähte Wiesenfutter bleibt zwecks Bodentrocknung oder Anwelken für die Silierung auf dem Boden ausgebreitet liegen. Dabei findet ein Wettlauf zwischen dem Trocknungs- und den Verderbprozessen statt. Diese setzen sofort nach der Mahd ein und schreiten außerordentlich schnell fort. Nur ein rapider Abtransport der Feuchtigkeit von den Pflanzenoberflächen könnte sie unterbinden. Dazu sind aber, bedingt durch die hohen Flächenerträge, die Schwaden oder Schichten, in denen das frisch gemähte Futter auf dem Boden liegt, oft zu dick. Nur an ihrer äußersten Oberfläche geht die Trocknung, ideales Wetter vorausgesetzt, rasch genug vor sich.

3. Ursachen auf dem Lager

Bei seiner Einlagerung kann das Erntegut schon vom Feld oder von der Ernte her geschwächt, beschädigt, kontaminiert und zu feucht sein. Es unterliegt dann auf dem Lager viel eher einem fortschreitenden Verderb als gesundes, vollreifes, unverletztes Pflanzenmaterial mit starken Zellwänden in seiner Epidermis. Aber auch das gesündeste Erntegut verfällt bei mangelhafter Lagerung unweigerlich dem Verderb.

Was aber ist mangelhafte Lagerung, unter welchen Bedingungen können sich die Mikroben auf dem Lager entwickeln?

Grundsätzlich stellen Mikroben drei Bedingungen, um leben und sich entwickeln zu können: Sie brauchen dazu **ein geeignetes Substrat**, einen **passenden Temperaturbereich** und **genügend Feuchtigkeit**.

Das Substrat ist durch das Lagergut und, da es sich durchwegs um aerobe Mikrobenarten handelt, durch die umgebende Luft sichergestellt. Auch die Temperaturbedingung ist die meiste Zeit über erfüllt. Nur tiefe Frosttemperaturen können die Mikrobenaktivität u. U. zeitweise unterbinden und auch das meist nur in den Außenschichten der lagernden Masse. So gilt es nur noch, die **Feuchtigkeit** zu erörtern.

Allgemein herrscht die Meinung, dass es genügt, Erntegut ausreichend zu trocknen, um es haltbar zu machen. Das trifft jedoch nur mittelbar und nur zum Teil zu. Für das Fortkommen der Mikroben ist unmittelbar nicht der Wassergehalt des Substrats, sondern **die Wasseraktivität (a_w) an seiner Oberfläche** maßgeblich.

Sowohl das lagernde Pflanzenmaterial als auch die dieses bzw. die einzelnen Körner, Halme, Blätter usw. umgebende Luft haben eine gewisse „Saugkraft“: Sie haben beide das Bestreben, Feuchtigkeit an

sich zu ziehen und festzuhalten. Diese „Saugkraft“ ist aber in aller Regel bei verschiedenen Materialien von unterschiedlicher Stärke. In einem total abgeschlossenen Raum, in dem eine bestimmte, begrenzte Menge Feuchtigkeit zur Verfügung steht, wird sich ein Gleichgewicht zwischen verschiedenen starken Saugkräften, wird sich im Lagergut ein bestimmter Wassergehalt, in der umgebenden Luft eine bestimmte relative Luftfeuchtigkeit einstellen. Diese im Gleichgewicht stehende relative Luftfeuchtigkeit heißt Wasseraktivität (A_w). An sie stellen Mikroben sehr unterschiedliche Ansprüche, manche wachsen noch bei $a_w = 0,60$ (entspricht 60 % relative Luftfeuchtigkeit), andere benötigen $a_w = 0,95$ ($1,0 =$ Sättigung).

Nun ist aber zu bedenken, dass die Höhe des a_w -Wertes für die Lebenstätigkeit der Mikroben nur **dort relevant ist, wo diese Mikroben sich befinden**. Das aber ist die Oberfläche des Pflanzenmaterials, in einer Schichtdicke, die der Größenordnung der Mikroben entspricht. Das sind wenige hundertstel Millimeter.

So ist z. B. für das Wachstum der Mikroben auf der Oberfläche eines Maiskorns der Wassergehalt im Innern des Korns völlig belanglos. Von Bedeutung ist lediglich, ob sich an der Oberfläche des Korns eine genügend hohe Wasseraktivität aufbauen kann. Das aber ist nur möglich, wenn die aus dem Innern des Korns – bzw. des betreffenden Pflanzenteiles – nachdiffundierende Feuchtigkeit an seiner Oberfläche angestaut und nicht ständig rasch genug abgeführt wird.

Zweifellos kann durch sehr intensive Trocknung des Pflanzenmaterials die Nachdiffusion von Feuchtigkeit aus seinem Innern reduziert und dadurch der Aufbau einer für das Mikrobewachstum ausreichenden Wasseraktivität auch bei mangelhafter Durchlüftung hinausgezögert oder sogar für längere Zeit unterbunden werden. Das ist aber nicht nur teuer, sondern auch unsicher, denn durch Atmung entsteht immer neue Feuchtigkeit. **Sicheren Erfolg gewährleistet nur die Feuchtigkeitsabfuhr.**

In einem gewissen Ausmaß ist die Besiedlung pflanzlicher Oberflächen durch Mikroben natürlich notwendig und wünschenswert. Sie fungiert u. a. als Abwehr und Schutz. Von Übel ist eine verderbträchtige Mikrobenvermehrung. Das sicherste und effektivste Mittel, sie zu verhindern, ist eine ständige, ausreichend intensive **Durchlüftung**, die die Feuchtigkeit von den Oberflächen wegbringt.

Von Dipl. Ing. Erwin Lengauer