

Mikrobielle Beurteilung von Futtermitteln – Orientierungswertschema des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA)

Zielsetzung

Alle Futtermittel sind in unterschiedlicher Weise mit Bakterien, Hefen, Schimmel- oder Schwärzepilzen besiedelt. Auf pflanzlichen Materialien sind zum Zeitpunkt der Ernte unvermeidbar bestimmte Keimgruppen (Sammelbegriff: **Feldflora** oder **Primärflora**) zu finden. Durch Kontamination bei Verarbeitung und Lagerung kann eine **Sekundärflora** hinzukommen, die für den Ort der Verarbeitung oder Lagerung typisch ist. Beide Gruppen werden zusammen als **produkttypische Mikroflora** bezeichnet.

Im Laufe der Lagerung kommt es zur Veränderung der Mikroflora. Die Zahl der ursprünglichen Keime nimmt ab. Es vermehren sich nur noch solche Keime, die an die Bedingungen der Lagerhaltung angepasst sind. Sie werden in ihrer Gesamtheit als **Lagerflora** oder **verderbanzeigende Keimflora** bezeichnet.

Sich bei der Silierung vermehrende Milchsäurebakterien gehören letzterer nicht an. Sie sind vielmehr Bestandteil des Konservierungsprozesses und daher erwünscht.

Die in erntefrischen pflanzlichen Futtermitteln nachgewiesenen Feldpilze gehören vorwiegend den Gattungen *Alternaria*, *Cladosporium*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Stemphylium*, *Ulocladium*, *Aureobasidium*, *Epicoccum*, *Acremonium*, *Verticillium*, *Stachybotrys*, *Botrytis* oder *Trichothecium* an (Tabelle 1). Sie haben teilweise eine phytopathologische Bedeutung oder leben saprophytär (bauen totes Gewebe ab). Ein Teil dieser Schimmelpilzgattungen ist als Mykotoxinbildner bekannt, vor allem die Gattungen *Fusarium*.

Typische Lagerpilze gehören den Gattungen *Aspergillus*, *Penicillium*, *Scopulariopsis*, *Trichoderma*, *Paecilomyces* bzw. *Byssosclamyces*, *Wallemia*, *Mucor*, *Absidia*, *Rhizopus* sowie *Monascus* an (Tabelle 2). *Aspergillus*, *Penicillium* und *Monascus*-Vertreter sind bekannt als Produzenten einer ganzen Reihe von teilweise sehr giftigen Mykotoxinen.

Neben Schimmelpilzen sind in Futtermitteln meist auch Hefen nachzuweisen. Die Hefeflora setzt sich sowohl aus epiphytären feldbürtigen Spezies als auch aus verderbanzeigenden Hefen, die bei der Lagerung auftreten, zusammen. Während viele feldbürtige, oft pigmentierte Hefen keine fermentativen Eigenschaften haben und bei längerer Lagerung mit der Zeit absterben, können verderbanzeigende Hefen mit einem großen fermentativen Potential hauptsächlich verantwortlich sein für den Kohlenhydratabbau.

Tabelle 1: Bedeutung von Feldpilzgattungen für Pflanzen und Tiere

Pilzgattung	Bedeutung	Mykotoxine u.a. Stoffwechselprodukte
Feldpilze		
<i>Acremonium</i>	Saprophyt, Pflanzenparasit, verursacht Mykosen (Besiedelung tierischen Gewebes),	Trichothecene, Cephylosporine
<i>Alternaria</i>	Saprophyt, Schwächeparasit an Pflanzen, Allergen	Tenuazonsäure, Alternariol, Altenuen u.a.
<i>Aureobasidium</i>	Saprophyt	nicht bekannt
<i>Botrytis</i>	Pflanzenpathogen, starkes Allergen	nicht bekannt
<i>Cladosporium</i>	Saprophyt, Allergen, opportunistische Infektionen bei immungeschwächten Organismen	nicht bekannt
<i>Drechslera/Pyrenophora</i>	Netzflecken, Blattdürre	nicht bekannt
<i>Epicoccum</i>	Saprophyt, teilweise Parasit, Allergen	Flavipin, Ergosterol
<i>Fusarium</i>	vielfältige Pflanzenkrankheiten, Mykosen, Mykotoxikosen bei Mensch und Tier	Trichothecene wie Deoxynivalenol (DON), Nivalenol (NIV), T-2, HT-2 Toxin, MAS, DAS; Zearalenon (ZEA oder auch ZON); Fusarinsäure
<i>Stachybotrys</i>	Saprophyt, Mykosen, Mykotoxikosen	Trichothecene wie Satratoxine oder T-2 Toxin
<i>Stemphylium</i>	Saprophyt aber auch Pflanzenpathogen (z.B. Spargel, Karotten), Allergen	nicht bekannt, einige Phytotoxine
<i>Trichothecium</i>	Saprophyt	nicht bekannt
<i>Ulocladium</i>	Saprophyt, Allergen, Kreuzreaktionen mit <i>Alternaria</i> möglich	nicht bekannt
<i>Verticillium</i>	Welkeerreger, z.B. Hopfenwelke, Endoparasit	VD-Toxin

Tabelle 2: Bedeutung von Lagerpilzgattungen für Mensch und Tier

Pilzgattung	Bedeutung	Mykotoxine u.a. Stoffwechselprodukte
Lagerpilze		
<i>Absidia</i>	schwaches Allergen, (System-) Mykosen selten, Abortauslöser (Rind)	nicht bekannt
<i>Aspergillus</i>	Allergen, (System-) Mykosen, Mykotoxikosen	Aflatoxine, Ochratoxine, Gliotoxin, Fumagillin u.v.a.
<i>Monascus</i>	häufig in Silagen	Monacolin K, Citrinin
<i>Mucor</i>	(System-) Mykosen, Allergen	nicht bekannt
<i>Peacilomyces/ Byssochlamys</i>	(System-) Mykosen, Allergen,	Patulin, Viriditoxin, Byssochlaminsäure
<i>Penicillium</i>	Allergen, Mykotoxikosen	Citrinin, Patulin, Roquefortine, Ochratoxin A u.a.
<i>Rhizopus</i>	(System-) Mykosen	nicht bekannt
<i>Scopulariopsis</i>	Arsengasfreisetzung aus arsenhaltigen Farbanstrichen, Mykosen	nicht bekannt
<i>Trichoderma</i>	schwaches Allergen	nicht bekannt
<i>Wallemia</i>	Trockenheitsverträglich, Mykosen, Allergen	Walleminol

Beurteilung der Mykoflora von Futtergetreide

Das vom Arbeitskreis Futtermittelmikrobiologie des VDLUFA erarbeitete Orientierungswertschema wurde 2011 aktualisiert. Die Orientierungswerte sollen Hinweise darauf geben, wie es um die Qualität eines Futtermittels bestellt ist.

Die vermehrte Anwesenheit von Schimmelpilzen der Gattungen *Aspergillus*, *Penicillium* etc. deutet auf Mängel bei der Lagerung hin. Jedoch unterscheiden sich die Mikroorganismen hinsichtlich ihrer Wachstumsansprüche und geben durch ihr Wachstum noch genauer Auskunft über den Lagerungsmangel. Mikroorganismen, die sich bezüglich ihrer Wachstumsansprüche ähnlich sind, werden zu „**Keimgruppen**“ (KG) zusammengefasst (Tabelle 3). Zur Beschreibung des Ausmaßes der Qualitätsminderung wurden vier **Qualitätsstufen** (QS I bis IV, Tabelle 5) festgelegt, welche sich wiederum aus den ermittelten **Keimzahlstufen** (KZS I bis IV, Tabelle 4) ergeben. Die schlechteste Bewertung ist hierbei ausschlaggebend.

Beispiel: 6 Keimgruppen wurden mit KSZ = I bewertet, eine mit IV. Es gilt die Qualitätsstufe (QS) IV.

Grundlage für diese Beurteilung der Befunde sind Orientierungswerte für verschiedene Einzel- und Mischfuttermittel (Tabellen 4 – 6), welche aus jahrelangen Datenerhebungen bei mikrobiologischen Futtermitteluntersuchungen abgeleitet wurden.

Tabelle 3: Keimgruppen zur mikrobiologischen Beurteilung (Quelle: VDLUFA, 2011)

Keimgruppe	zugehörige Mikroorganismen
1	Produkttypische/feldbürtige Bakterien: Gelbkeime, <i>Pseudomonas/Enterobacteriaceae</i> , sonstige Bakterien (z. B. coryneforme Bakterien)
2	Verderbanzeigende Bakterien: <i>Bacillus</i> , <i>Micrococcus</i> , <i>Staphylococcus</i>
3	Verderbanzeigende Bakterien: Streptomyceten
4	Produkttypische/feldbürtige Schimmel- und Schwärzepilze: Schwärzepilze, <i>Acremonium</i> , <i>Verticillium</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Aureobasidium</i> , sonstige Pilze (z. B. <i>Trichoderma</i>)
5	Verderbanzeigende Schimmelpilze: <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Scopulariopsis</i> , <i>Wallemia</i> , sonstige Schimmelpilze (z. B. <i>Paecilomyces</i>)
6	Verderbanzeigende Schimmelpilze: <i>Mucorales</i>
7	Produkttypische/feldbürtige bzw. verderbabzeigende Hefen (alle Gattungen)

Tabelle 4: Herleitungsprinzip der Keimzahlstufen (Quelle: VDLUFA, 2011)

Wenn der Keimgehalt einer Keimgruppe den Orientierungswert	Keimzahl-Stufe	Bewertung des Keimgehaltes	Wenn der Keimgehalt einer Keimgruppe den Orientierungswert
- nicht überschreitet →	KZS I	normal	- nicht überschreitet
- überschreitet, in der Regel bis zum 5-fachen →	KZS II	leicht erhöht <i>oder</i> erhöht	- überschreitet, in der Regel bis zum 5-fachen
- überschreitet, bis zum 10-fachen →	KZS III	deutlich erhöht	- überschreitet, bis zum 10-fachen
- überschreitet, um mehr als das 10-fache →	KZS IV	überhöht <i>oder</i> stark überhöht	- überschreitet, um mehr als das 10-fache

Tabelle 5: Herleitungsprinzip der Qualitätsstufen (Quelle: VDLUFA, 2011)

Qualitätsstufe	Qualitätsbewertung	Wenn
QS I	normal	bei allen 7 Keimgruppen KZS I
QS II	geringgradig <i>oder</i> mäßig herabgesetzt	bei mindestens einer Keimgruppe KZS II als höchste Stufe
QS III	herabgesetzt <i>oder</i> deutlich herabgesetzt	bei mindestens einer Keimgruppe KZS III als höchste Stufe
QS IV	Unverdorbenheit nichtgegeben	bei mindestens einer Keimgruppe KZS IV

Tabelle 6: Orientierungswerte bei trockenen Einzelfuttermitteln (Quelle: VDLUFA, 2011)

Einzelfuttermittel	Mesophile aerobe Bakterien x 10 ⁶ KBE/g			Schimmel- und Schwärzepilze x 10 ³ KBE/g			Hefen x 10 ³ KBE/g
	1	2	3	4	5	6	7
Keimgruppe (KG)							
<i>Tierische Einzelfuttermittel</i>							
Milchnebenprodukte, getr. *	0,1	0,01	0,01	1	1	1	1
Blutmehle	0,2	0,01	0,01	1	1	1	1
Fischmehle	1	1	0,01	5	5	1	30
<i>Rückstände der Ölgewinnung</i>							
Extraktionsschrote	1	1	0,1	10	20	1	30
Ölkuchen	1	1	0,1	10	20	2	30
<i>Getreidenachprodukte</i>							
Nachmehle, Grieskleien	5	1	0,1	50	30	2	50
Kleien von Weizen, Roggen	8	1	0,1	50	50	2	80
<i>Getreide (Körner und Schrote)</i>							
Mais	2	0,5	0,05	20	30	5	60
Weizen, Roggen	5	0,5	0,05	30	20	2	30
Gerste	20	1	0,05	40	30	2	100
Hafer	50	1	0,05	200	50	2	200
<i>Sonstige</i>							
Malzkeime, lose	200	1	0,1	15	20	5	500
Malzkeime, gepresst	6	0,1	0,02	1	2	1	30
Heu	30	2	0,15	200	100	5	150
Stroh	100	2	0,15	200	100	5	400

* getrocknete Milchnebenprodukte wie Magermilch-, Buttermilch- und Süßmolkenpulver u.a.; Kaseinate
 Beispiel: bei losen Malzkeimen ist ein sind Gehalte der Keimgruppe 1 bis 200.000.000 (2x10⁸) KBE/g
 produktspezifisch, bei Extraktionsschroten sollte der Gehalt dagegen 1.000.000 (1x10⁶) KBE/g nicht überschreiten.

Beim mikrobiologischen Nachweis von Mykotoxinbildnern wie beispielsweise Fusarien, könnte eine Untersuchung auf die entsprechenden Mykotoxine (Deoxynivalenol, Nivalenol, Zearalenon) weitere Informationen zur Beurteilung der Futtertauglichkeit beisteuern.

Der Mensch ist evolutionsbedingt in der Lage, einen mikrobiellen Verderb frühzeitig wahrzunehmen. Dies geschieht primär über den Geruchssinn. Verdorbene Nahrungsmittel riechen unangenehm bzw. abstoßend. Daher ist die sensorische Prüfung wichtiger Bestandteil bei der Beurteilung von Futtermitteln.

Tabelle 7: Orientierungswerte bei trockenen Mischfuttermitteln (Quelle: VDLUFA, 2011)

Mischfuttermittel	Mesophile aerobe Bakterien x 10 ⁶ KBE/g			Schimmel- und Schwärzepilze x 10 ³ KBE/g			Hefen x 10 ³ KBE/g
	1	2	3	4	5	6	7
Keimgruppe (KG)							
Milchaustauschfutter	0,5	0,1	0,01	5	5	1	10
Eiweißkonzentrate	1	1	0,05	10	20	1	30
<i>Mehlförmige Mischfutter für</i>							
Jung- und Mastgeflügel	3	0,5	0,1	30	20	5	50
Legehennen	5	1	0,1	50	50	5	50
Ferkel	5	0,5	0,1	30	20	5	50
Mast- und Zuchtschweine	6	1	0,1	50	50	5	80
Kälber	2	0,5	0,1	30	20	5	50
Milchkühe, Zucht/Mastrinder	10	1	0,1	50	50	5	80
<i>Gepresste Mischfutter für</i>							
Jung- und Mastgeflügel	0,5	0,1	0,05	5	5	1	5
Legehennen	0,5	0,5	0,05	5	10	1	5
Ferkel	0,5	0,1	0,05	5	5	1	5
Mast- und Zuchtschweine	1	0,5	0,05	5	10	1	5
Kälber	0,5	0,5	0,05	5	5	1	5
Milchkühe, Zucht/Mastrinder	1	0,5	0,05	5	10	1	5
Pferde	0,5	0,5	0,01	2	6	1	5
Kaninchen	0,2	0,2	0,01	1	3	1	2

Tabelle 8: Orientierungswerte bei feuchten Futtermitteln (Quelle: VDLUFA, 2011)

feuchte Futtermittel	Mesophile aerobe Bakterien x 10 ⁶ KBE/g			Schimmel- und Schwärzepilze x 10 ³ KBE/g			Hefen x 10 ³ KBE/g
	1	2	3	4	5	6	7
Keimgruppe (KG)							
<i>Gärfutter</i>							
Maissilagen *)	0,4	0,2	0,03	5	5	5	1000
Grassilagen *) **)	0,2	0,2	0,01	5	5	5	200

*) Die Mikroorganismen der Keimgruppen 1 und 4 sind feldbürtig und somit typisch für das Pflanzenmaterial vor der Silierung; sie sterben unter optimalen Silierbedingungen ab.

***) Silierprodukte, vorwiegend bestehend aus Gramineen-Arten

Probenahme

Die Probenahme ist für die Qualität und Aussagekraft einer mikrobiologischen Futtermitteluntersuchung von **entscheidender Bedeutung**. Die Entnahme des Probenmaterials sollte an verschiedenen Orten des Futterlagers erfolgen. Beim Fahrsilo z.B. im oberen, mittleren und unteren Bereich. Aus den verschiedenen Teilproben wird dann eine Mischprobe gebildet und ein Teil dieser zur mikrobiologischen Untersuchung gegeben (100 g reichen aus). Während an der Luft gelagerte Futtermittel (z.B. Getreide, Heu) auch unter Lufteinfluss transportiert werden sollten, sind Silageproben nach Möglichkeit vakuumiert zu versenden. Der Probenbehälter ist idealerweise eine saubere, durchsichtige Plastiktüte.

Nicht vergessen: Feuchtes Probenmaterial sollte gekühlt, aber nicht gefroren transportiert werden. Die Proben müssen mit den entsprechenden Angaben zu Herkunft und Untersuchungswunsch versehen sein.