

# Lebendhefeinsatz in der Rinderfütterung

C. SCHEIDEMANN und H. STEINGASS

## Einleitung

Hefen dienen dem Menschen schon seit langer Zeit. Bereits 6.000 vor Christus halfen sie zur Herstellung bierähnlicher Flüssigkeiten. Allerdings war erst mit Beginn des 17. Jahrhunderts die Beteiligung von Hefen am Gärprozess bekannt. Bis in das 19. Jahrhundert hinein wurde die Hefe nicht als Gärungsauslöser, sondern als ein Abfallprodukt der Gärung behandelt. Erst die Arbeiten von Louis PASTEUR (um 1883) hinsichtlich der Hefevermehrung in Reinzucht legten den Grundstein für den großtechnischen Einsatz von Hefen im Braugewerbe.

Hefen werden als lebende, einzellige Mikroorganismen den Sprosspilzen zugeordnet. Sie verstoffwechseln Kohlenstoffquellen heterotroph und benötigen organische Kohlenstoffverbindungen für ihren Metabolismus, wie z.B. Glucose, Galaktose, Mannose, Fructose, Glycerol, Saccharose, Raffinose und Bernsteinsäure. Von den 50.000 bekannten Pilzarten sind 500 als Hefen klassifiziert. Unter den zahlreichen Arten werden überwiegend Saccharomyces-Arten in der Alkohol- und Backindustrie eingesetzt. Die größte Bedeutung für den Menschen erlangt der obergärige Hefestamm *Saccharomyces cerevisiae* (S.c.) (Bäcker- oder Bierhefe).

Hefekulturen sind traditionsgemäß als eine Quelle von Wachstumsfaktoren für Pansenmikroben in der Wiederkäuerernährung eingesetzt worden. Bereits in den zwanziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts berichteten ECKLES & WILLIAMS (1925) über den Einsatz von Trockenhefe als Futterzusatz für Milchkühe. Versuche aus den fünfziger Jahren berichten erstmals von erhöhter Milchleistung bei Milchkühen und erhöhten Tageszunahmen bei Bullen durch Hefezulagen.

Beim Wiederkäuer werden hauptsächlich Hefekulturen von S.c. als Probiotika ein-

gesetzt. S.c. besteht aus über 1.000 Stämmen, jedoch sind nicht alle in der Lage, die Fermentation im Pansen zu stimulieren (NEWBOLD und WALLACE 1992, NEWBOLD et al. 1995, AGARWAL et al. 2000). DAWSON und HOPKINS (1991) selektierten von 50 untersuchten Hefestämmen nur 7 Spezies, die die faserabbauenden Bakterien stimulierten. Nach Erkenntnissen von NEWBOLD et al. (1996) regen vor allem Bierhefen die Pansenbakterien an, während diese Fähigkeit bei Backhefen deutlich geringer ist. Aus diesem Grund kommen nur bestimmte Stämme von S.c. zum Einsatz. Allerdings variieren die in der Literatur beschriebenen Versuchsergebnisse über die probiotischen Stämme von S.c. sehr stark.

## Begriffsbestimmung Lebendhefe

In der Praxis ist häufig der Unterschied zwischen einer toten Bierhefe und einer Lebendhefe unklar. Tote Bierhefe fällt beim Brauprozess an und wird wegen des Nährstoffgehaltes als Einzelfuttermittel in frischem, jedoch inaktiviertem oder getrocknetem Zustand eingesetzt. Nicht nur beim Wiederkäuer dient sie als Proteinquelle in Futtermitteln (STECKLEY et al. 1979, JOHNSON und REMIL-LARD 1983, CARTER und PHILLIPS 1994) und ist darüber hinaus reich an B-Vitaminen, Enzymen und anderen Co-Faktoren (MARTIN und NISBET 1992, NEWBOLD 1995).

Dagegen werden effektive Lebendhefen als Futterzusatzstoff speziell für die Tierernährung gezüchtet. Momentan sind drei Lebendhefeerzeugnisse (S.c. 1026, S.c. 1077, S.c. 1047) in Europa für Milchkühe und Mastrinder und ein Produkt (S.c. 1026) für Kälber zugelassen. Im Herstellungsprozess werden die Hefezellen produktabhängig mit oder ohne Nährmedium, auf dem sie gewachsen sind, scho-

nend getrocknet und als Pulver eingesetzt. Die empfohlene Dosierung liegt in Abhängigkeit von der Verarbeitung bei wenigen Gramm/Tier und Tag (Variationen zwischen 0,5 und 10 g). Entsprechend variieren die Mindestkeimgehalte der Hefen pro Gramm zwischen  $1 \times 10^8$ ,  $5 \times 10^9$  und  $2 \times 10^{10}$  Koloniebildenden Einheiten (KBE). Wichtig ist, dass bei den lebenden Hefezellen die Stoffwechselaktivität erhalten bleibt, um einen positiven Einfluss auf die Verdauungsphysiologie des Rindes ausüben zu können. Eingemischt werden Lebendhefekulturen im Mineralfutter und Kraftfutter (Kilo-Futter) sowie in Ergänzungsfuttermitteln und Spezialprodukten.

## Wirkungsweise von Lebendhefen im Pansen

Bereits seit einigen Jahren wird der Einsatz von Lebendhefekulturen als eine Quelle von Wachstumsfaktoren für die Pansenmikroben in der Wiederkäuerfütterung diskutiert. Ihre Wirkung konnte oftmals anhand von leistungsfördernden Effekten am Tier beobachtet werden. Allerdings ist die eigentliche Wirkweise im Pansen noch nicht vollkommen geklärt. Nach DAWSON und GIRARD (1997) kommt es zu Wechselwirkungen zwischen metabolisch aktiven Hefezellen und der Mikrobenbesiedlung, worauf die Haupteffekte wahrscheinlich zurückgeführt werden können. Variierende Versuchsergebnisse deuten aber auch darauf hin, dass bestimmte ernährungs- und pansenphysiologische Bedingungen vorherrschen müssen, damit Hefeergänzungen die Pansenfunktionen beeinflussen können und Vorteile für das Tier und damit auch für den Landwirt bringen.

Mit dem Ziel die Wirkungsweise von Lebendhefen im Pansen erklären zu können, untersuchten zahlreiche Wissenschaftler einige biochemische und physiologische Mechanismen.

**Autoren:** Dr. Christian SCHEIDEMANN, Alltech GmbH, Poppenbütteler Bogen 84, D-22399 HAMBURG und Dr. Herbert STEINGASS, Universität Hohenheim, Institut für Tierernährung (450), D-70593 STUTTGART, email:cscheidemann@alltech.com

Wie bereits erwähnt gibt es Anzeichen dafür, dass Lebendhefen das Wachstum und die Anzahl von cellulolytischen und laktatverwertenden Bakterien anregen (MARTIN und NISBET 1992, WALLACE und NEWBOLD 1993). DAWSON et al. (1990) konnten sowohl im *in-vitro*-Rusitec-System als auch bei Ochsen *in-vivo* (siehe *Abbildung 1*) zeigen, dass durch die Zugabe einer Hefekultur von S.c. die Konzentration an anaeroben und cellulolytischen Bakterien deutlich gesteigert wurde. Jedoch haben die Autoren keine derartige Stimulation bei den Gesamt-Anaerobiern und cellulolytischen Bakterien durch die Zugabe von autoklavierten Hefen festgestellt. Sie führten die aktivierende Wirkung der lebenden Hefekultur auf eine hitzelabile Substanz in den lebenden Hefezellen zurück.

In einer Untersuchung von YOON und STERN (1996) wurde dagegen durch die Hefekulturzugabe bei Milchkühen die Anzahl von cellulolytischen und amylolytischen Bakterien bzw. Protozoen nicht beeinflusst, während die Anzahl an proteolytischen Bakterien zugenommen hatte. Auch KUMAR et al. (1997) konnten in einem Versuch auch bei rohfasereich gefütterten Büffeln demonstrieren, dass eine gleiche Lebendhefeszulage die Konzentration der Gesamtbakterienzahl (41 %), der gesamt-lebensfähigen Bakterien (33,5 %) und der cellulolytischen Bakterien (57,4 %) steigerten. Bei dem von CHAUCHEYRAS et al. (1995) untersuchten Hefestamm beobachteten die Wissenschaftler eine Anregung des Pansenpilzes *Neocallimastix frontalis*, der mit seiner wurzelartigen Struktur in das schwer abbaubare ligninhaltige Gewebe der Futterpflanzen eindringt und die für die Bakterien zunächst nicht angreifbaren Kohlenhydrate verfügbar macht. Darüber hinaus kommt es nach Ansicht der Autoren zu einer Stimulation des Celluloseabbaus durch den Pilz sowie der Keimung seiner Sporen über die Versorgung mit Vitaminen wie Thiamin, das essentiell für das Wachstum und die Aktivitäten von Pilzen ist.

Nach Aussagen von zahlreichen Autoren wie z.B. WIEDMEIER et al. (1987), NISBET und MARTIN (1991), MARTIN und NISBET (1992), CHAUCHEYRAS et al. (1995), ROSSI et al. (1995), GIRARD (1996) und KOUL et al. (1998)

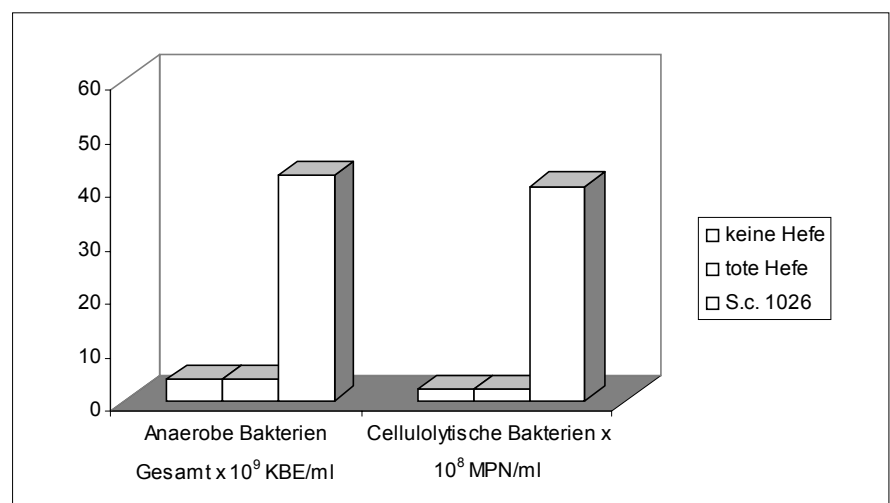
können die aktivierenden Effekte darauf zurückgeführt werden, dass die Hefezellen spezielle Nährstoffe wie z. B. kurzkettige Peptide und Fettsäuren, Dicarbonsäuren, Vitamine, Aminosäuren und unbekannte Wachstumsfaktoren ausscheiden. GIRARD und DAWSON (1994) identifizierten kurzkettige Peptide aus S.c. 1026, die das Wachstum von *Ruminococcus albus* angeregt haben können. Obwohl es nicht möglich ist diesen Peptiden eine bestimmte Stoffwechselrolle zuzuordnen, glauben die Autoren, dass die Peptide als metabolische „Trigger“ oder Induktoren beim Auslösen des Übergangs von einer stationären Phase zum exponentiellen Wachstum dienen.

Die positiven Effekte auf die strikt anaerob lebenden Mikroorganismen können auch mit auf die sauerstoffzehrende Wirkung der Hefen während der Gärung und einer damit einhergehenden Milieuverbesserung im Pansen zurückgeführt werden (INGLEDEW 1999). Trotz des anaeroben Milieus im Pansen enthalten die Pansengase zwischen 0,5 und 1,0 % Sauerstoff (MCARTHUR und MULTIMORE 1962). CZERKAWSKI (1969) berichtete, dass beim Schaf täglich 38 l Sauerstoff über das Futter, Wasser, Speichel und durch Diffusion aus dem Blut über die Pansenwand in den Pansen gelangen. Für die strikt anaerob lebenden Bakterien ist der Sauerstoff toxisch, inhibiert deren Wachstum in Reinkultur (MAROUNEK und WALLACE, 1984) und vermindert die Adhäsion von cellulolytischen Bakterien an Cellulose

(ROGER et al., 1990). Ein Gramm S.c. als fakultativer Anaerobier ist in der Lage 200 - 300  $\mu\text{mol}$  Sauerstoff pro Minute zu verbrauchen (BARFORD und HALL, 1979). NEWBOLD et al. (1996) stellten unter dem Einfluss von S.c. eine deutlich erhöhte Sauerstoffverwertung im Pansen fest (siehe *Abbildung 2*). JOUANY et al. (1991) erklärten die ruminale Milieuverbesserung damit, dass sich die Hefezellen innerhalb der Faserschicht verbreiten und den meist an den Futterpartikeln heftenden Restsauerstoff aus dem Pansen entfernen.

Eine weitere Erklärung für das Beleben der Pansenbakterien kann in der Stabilisierung des pH-Wertes nach Hefesupplementierung liegen. Da Laktat einen niedrigeren pKa-Wert (ca. 4,0) als die FFS (ca. 4,8) hat, spielt es eine wichtige Rolle für den Pansen-pH-Wert. In einer begrenzten pH-Wert-Abnahme nach der Fütterung und einer begrenzten Milchsäureproduktion im Pansen sieht JOUANY (1994) deutlich Vorteile, vor allem für die Entwicklung der cellulolytischen Bakterien. Ein niedriger pH-Wert wirkt sich vor allem nachteilig auf den ruminalen Celluloseabbau aus (STEWART 1977). STROBEL und RUSSEL (1986) beobachteten eine Abnahme der mikrobiellen Proteinsynthese um bis zu 69 % bei einer Verminderung des pH-Wertes von 6,7 auf 6,0.

WILLIAMS et al. (1991) stellten fest, dass eine Lebendhefeszulage bei Ochsen zu einer Abnahme der Laktatkonzentration und einer Zunahme des pH-Wertes im Pansen führte. Wie aus der *Abbildung*



**Abbildung 1: Förderung der Aktivität von Bakterien im Pansen** (DAWSON et al. 1990)

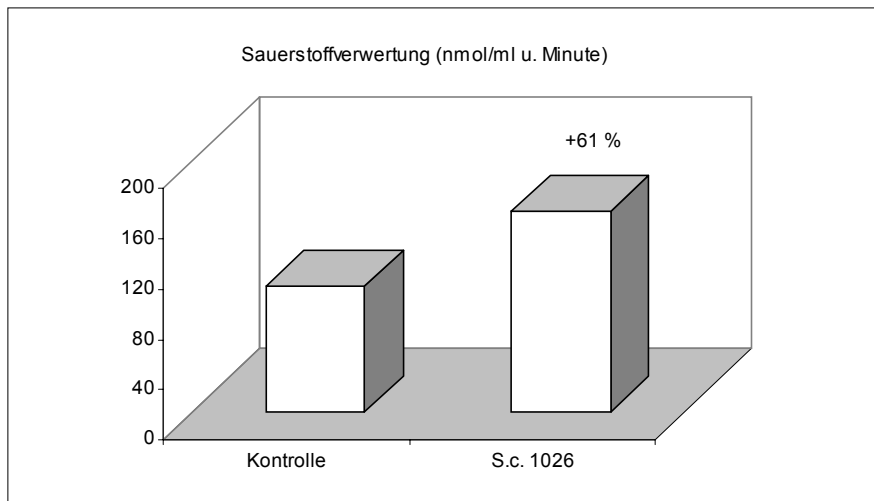


Abbildung 2: Nutzung des im Pansen vorhandenen Restsauerstoffs (NEWBOLD et al. 1996)

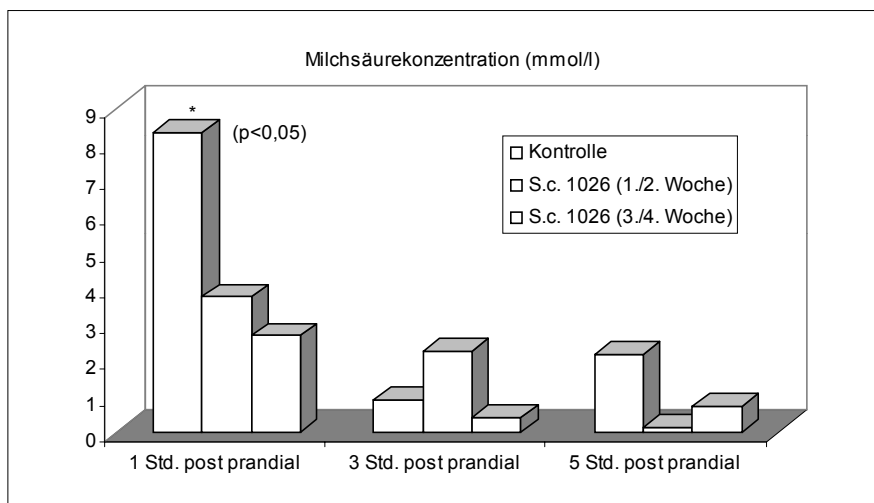


Abbildung 3: Einfluss von S.c. 1026 auf die Laktatkonzentration im Pansen (STAUDT 2003)

3 zu entnehmen ist, bewirkte S.c. in der Untersuchung von STAUDT (2003) bei fistulierten Kühen 1 und 5 Stunden *post prandial* eine signifikante bzw. tendenzielle Verminderung der Laktatkonzentration. Die Förderung des Wachstums und der Laktataufnahme durch laktatverwertende Pansenbakterien wie *Selenomonas ruminantium* (NISBET und MARTIN 1991) und *Megasphaera elsdenii* (ROSSI et al. 1995) in Anwesenheit von Hefen könnte für die abnehmende Laktatkonzentration im Pansensaft verantwortlich sein. GIRARD und DAWSON (1995) ermittelten in einem Pansensimulationsversuch bei Supplementierung von S.c. eine zunehmende Anzahl an laktatverwertenden Bakterien unter kraftfutterreichen Bedingungen. Das beobachtete Wachstum könnte ebenfalls auf die bereits angesprochenen natürlich vor-

kommenden Metaboliten (CHAUCHEYRAS et al. 1996, CALLAWAY und MARTIN 1997) und/oder auf den Malatgehalt aus der Hefezelle (NISBET und MARTIN 1991, ROSSI et al. 1995) beruhen, da diese Substanzen die Vermehrung und Aktivität von laktatverwertenden Bakterien anregen.

Darüber hinaus wurde von DURAND-CHAUCHEYRAS und FONTY (2002) gezeigt, dass *in-vitro* S.c. mit *Streptococcus bovis* um die Vergärung von Zuckern konkurrieren kann und den Bakterien somit weniger fermentierbarer Zucker zur Bildung von Laktat zur Verfügung steht. Laktat selbst wird von S.c. nicht als Substrat verwendet (PANCHAL et al. 1984). Auch nach WALLACE und NEWBOLD (1992) scheint die stabilisierende Wirkung auf den Pansen-pH-Wert durch eine geringere Milchsäu-

reproduktion *post prandial* verursacht zu werden. Die Wirkungsweise einer effektiven Lebendhefekultur ist in der *Abbildung 4* zusammenfassend dargestellt (JOUANY 2001).

S.c. kolonisieren den Verdauungstrakt nicht dauerhaft und müssen dem Tier deshalb täglich gefüttert werden. Bei einmaliger Gabe oder Unterbrechung einer regelmäßigen Fütterung leben die Hefezellen ca. 30 h im Pansen ohne sich zu vermehren (DURAND-CHAUCHEYRAS et al., 1997b). Bevor sich bei den Tieren durch die Lebendhefezulage Effekte auf die Pansenfermentation und Leistung ergeben können, wird allgemein eine Anfütterungszeit von 2 - 3 Wochen vorausgesetzt. Dieser Zeitraum deckt sich mit einer normalen Adaptationsphase der Pansenmikroorganismen an einen Rationswechsel.

### Einfluss von Lebendhefen auf die Pansenfermentation

Die im letzten Kapitel dargestellten stimulierenden Effekte einer lebenden Hefe auf die Mikroorganismen im Pansen können sich in den entsprechenden Fermentationsparametern widerspiegeln.

Mit einer Steigerung bzw. Veränderung der Bakterienpopulation durch die Hefekultur kann es zu einer zunehmenden Produktion an FFS und einer Verschiebung des Fettsäurenmusters kommen (WALLACE und NEWBOLD 1992, KUMAR et al. 1994). Die im letzten Kapitel dargestellte Stabilisierung des pH-Wertes bei einer gleichzeitigen Erhöhung der FFS-Produktion stellt zunächst einen grundsätzlichen Widerspruch dar. Eine solche Situation ist nur dann vorstellbar, wenn unter dem Einfluss der Hefen die stärker dissoziierte Milchsäure zu Gunsten der „normalen“ FFS, überwiegend Propionsäure, reduziert wird und wenn die gesamte FFS-Produktion (aufgrund günstigerer Milieubedingungen) nicht zu stark ansteigt. Wie nachfolgend deutlich wird, variieren die Versuchsergebnisse deutlich.

HARRISON et al. (1988) beobachteten, dass die Zulage von Lebendhefe zu einer Ration mit 40 % Maissilage und 60 % Kraftfutter in der Trockensubstanz bei Milchkühen das Acetat-Propionat-Ver-

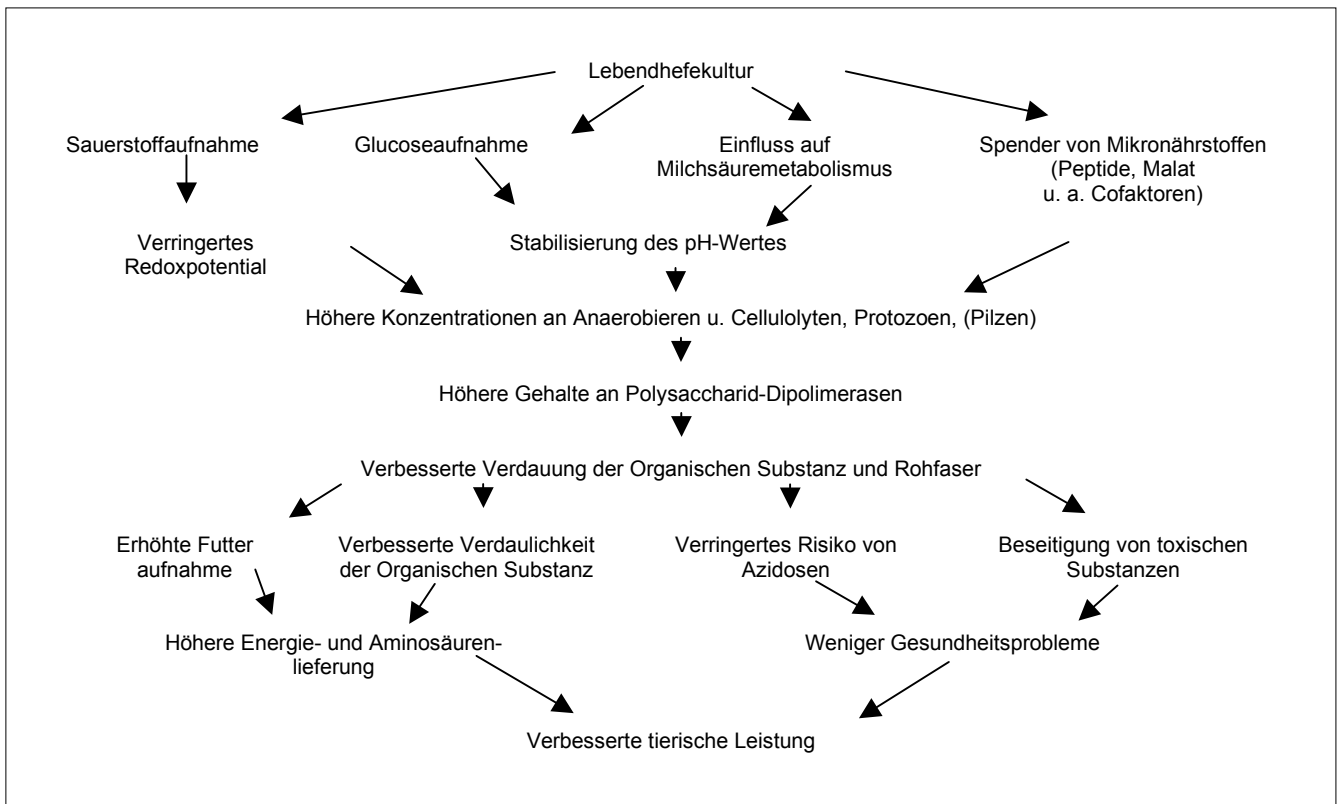


Abbildung 4: Wirkungsweise von Hefen im Pansen (nach JOUANY 2001)

hältnis verringerte und den molaren Anteil an Isosäuren erhöhte, während die Gesamt-FFS-Konzentration gleich blieb. ENJALBERT et al. (1999) beobachteten dagegen eine signifikant höhere Konzentration an Gesamt-FFS und an Propionsäure, wodurch sich das Acetat-Propionat-Verhältnis ebenfalls verringerte. In einer Untersuchung von MUTSVANGWA et al. (1992) führte die Hefezulage in einer auf Gerste basierenden Ration bei Bullen zu einer signifikant höheren Produktion an FFS ohne Auswirkungen auf das Acetat-Propionat-Verhältnis. WILLIAMS et al. (1991) zeigten an Ochsen, die mit einer aus 50 % Heu und 50 % Gerste bestehenden Ration gefüttert wurden, dass die Supplementierung der Lebendhefe zu einer Reduktion des Verhältnisses an Acetat zu Propionat und zu einer erhöhten Verdaulichkeit der Trockensubstanz nach 12 h, jedoch nicht nach 24 h führte, während die FFS-Konzentration nicht beeinflusst wurde.

CARRO et al. (1992) und FIEMS et al. (1993) berichteten von einem vom Futter abhängigen Effekt von Hefekulturen. So zeigten sich in der Arbeit der zuerst genannten Autoren deutlichere Effekte auf die Pansenfermentation bei einem

mittleren (50 %) und hohen (70 %) Kraftfutteranteil im Vergleich zu einer Ration mit 30 % Kraftfutter. FIEMS et al. (1993) beobachteten durch die Hefekultur bei Hammeln eine Erhöhung des pH-Wertes, der Buttersäure-, Isosäuren- und Ammoniakkonzentration sowie ein weiteres Acetat-Propionat-Verhältnis, während die Konzentration der gesamten FFS, die Verdaulichkeit und die N-Bilanz unbeeinflusst blieben. Diese Effekte waren bei einer auf Maissilage und Gerste basierenden Ration deutlicher als bei Fütterung von Heu und Zuckerrübenschnitzel. DAWSON et al. (1990) berichteten wiederum von keinen Effekten der Lebendhefe auf die FFS-Konzentration bzw. das Acetat/Propionat-Verhältnis sowohl *in-vivo* bei Ochsen als auch *in-vitro*. EL HASSAN et al. (1996) fanden heraus, dass eine Hefekulturergänzung bei Bullen die Propionat-Konzentration auf Kosten von Acetat steigerte, während die FFS-Konzentration unbeeinflusst blieb. In der gleichen Untersuchung ermittelten die Wissenschaftler eine Steigerung der Bakterienzahl und des Proteingehaltes sowie eine Verminderung der Ammoniakkonzentration im Pansen. Auch von ERASMUS et al. (1992) wurde ein hö-

herer mikrobieller Proteinfluss aus den Vormägen ins Duodenum ermittelt, was wiederum zeigt, dass die Lebendhefezulage über eine höhere Mikrobenkeimzahl die mikrobielle Biomassesynthese und somit auch die Proteinproduktion fördern kann.

### Effekte von Lebendhefen auf die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe

Eine erhöhte Anzahl an wünschenswerten Pansenbakterien und eine generelle Milieuverbesserung im Pansen kann auch zu einer verbesserten Verdaulichkeit der Ration führen. So zeigte sich in einem Versuch mit Hammeln von MAIERHOFER und OBERMAYER (2002) (Tabelle 1) eine signifikante Verbesserung der Verdaulichkeit der TS, XP, XL und NfE während die Verdaulichkeit der Rohfaser tendenziell verbessert war. Höhere Nährstoffverdaulichkeiten ermittelten auch SMITH et al. (1993), KUMAR et al. (1997) und JOUANY et al. (1998) während ERASMUS et al. (1992), CHIQUETTE (1995) und STAUDT (2003) keinen positiven Einfluss auf die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe beobachteten.

**Tabelle 1: Einfluss von S.c. 1026 auf die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe (MAIERHOFER und OBERMAYER 2002)**

Parameter		Kontrolle	S.c. 1026	Differenz
Organische Substanz	%	71,6	73,4*	+1,8
Rohprotein	%	57,0	59,7*	+2,7
Rohfett	%	78,3	80,6*	+2,3
Rohfaser	%	69,4	70,8	+1,4
N-freie Extraktstoffe	%	75,4	77,1*	+1,6

\* kennzeichnet signifikante Unterschiede (p<0,02)

### Effekte von Lebendhefen auf Futteraufnahme, Milchleistung und -zusammensetzung

Höhere Nährstoffverdaulichkeiten können sich in einer verbesserten Futteraufnahme mit Auswirkungen auf die Milchleistung widerspiegeln. Die Ergebnisse sind allerdings sehr variabel und dies spiegelt sich auch in der Literatur wider.

Durch den Einsatz von Lebendhefen kann unter hiesigen Fütterungsbedingungen die TS-Aufnahme durchschnittlich um 0,5 bis 1 kg/Kuh und Tag verbessert werden. In einer Studie von ERASMUS et al. (1992) wurde sogar eine um 1,4 kg TS/Kuh und Tag erhöhte Futteraufnahme beobachtet. Positive Effekte auf die Futteraufnahme zeigten sich auch in Arbeiten von WILLIAMS et al. (1991), SCOTT et al. (1994) und SCHWARZ und ETTLE (2001a), während ARAMBEL und KENT (1990), SMITH et al. (1993) und GIGER-REVERDIN (1996) keinen Einfluss auf die Futteraufnahme feststellten.

In den Arbeiten von SMITH et al. (1993), SCOTT et al. (1994), GIGER-REVERDIN (1996) und MAIERHOFER und OBERMAIER (2002) ermittelten die Autoren eine verbesserte Milchleistung durch Zulage der Hefekultur. KUMAR et al. (1992) berichteten von einer signifikanten Steigerung der Milchleistung und einer Veränderung der Milchezusammensetzung durch die Hefesupplementierung. Bei WILLIAMS et al. (1991) betrug die Milchleistungssteigerung durch den Lebendhefeeinsatz 1,2 kg/Kuh und Tag.

Dagegen waren in den Untersuchungen von ERASMUS et al. (1992), CHIQUETTE (1995), SCHWARZ und ETTLE (2001a) und STAUDT (2003) kein positiver Einfluss auf die tägliche Milchleistung festzustellen. Auch

KAMALAMMA et al. (1996) konnten bei Milchkühen durch den Einsatz von Lebendhefe keine verbesserte Futteraufnahme, Gewichtszunahme, Milchproduktion und keine Änderung der Milchezusammensetzung beobachten.

Die Auswirkungen der Hefezulage auf die Milchinhaltstoffe variiert ebenfalls. Es wird von stabilisierten Werten berichtet, wobei absolut gesehen bei einer höheren Milchleistung mehr Fett und Eiweiß von der Milchkuh produziert wird.

DURAND-CHAUCHEYRAS et al. (1997a) verfassten einen Übersichtsartikel über den Einsatz von Lebendhefen in der Milchviehfütterung. Unter anderem untersuchten sie deren Auswirkung auf Futteraufnahme und Milchleistung in der Früh-laktation. Bei denen von den Autoren untersuchten Hefestämmen ermittelten sie in 7 von 8 Untersuchungen eine verbesserte Futteraufnahme durch den Hefekulturzusatz. Gleichzeitig zeigten sich in 4 der 8 Versuche positive Effekte auf die Milchleistung. Aus diesen Ergebnissen kann abgeleitet werden, dass ein positiver Einfluss einer Lebendhefezulage auf die Futteraufnahme als ziemlich sicher anzusehen ist, während eine Milchleistungssteigerung eher seltener beobachtet wird. Durch die höhere Futteraufnahme bei gleich bleibender Milchleistung wird die Kuh mit mehr Energie und Nährstoffen versorgt, was sich vor allem in der ersten Laktationshälfte positiv auf den Versorgungsstatus und damit auf den Stoffwechsel des Tieres auswirkt. Letzteres deckt sich mit Aussagen aus der Praxis, wo vielfach gesündere Kühe beobachtet werden, was sich in einer verbesserten Fruchtbarkeit, verminderten Klauenproblemen und geringeren Zellzahlgehalten in der Milch zeigen kann. DILDEY (1990) berichtete von einer tendenziell verkürzten Zwischenkalbezeit und einem verbesserten Besamungsindex.

### Effekte von Lebendhefen auf das Wachstum

Lebendhefekulturen werden je nach Zulassung auch in der Kälber- und Mast-rinderfütterung eingesetzt. Bei Kälbern können sie die Entwicklung des Pansens nach dem Absetzen fördern und sich dadurch positiv auf die Futteraufnahme und Entwicklung der jungen Tiere auswirken. Untersuchungen dazu zeigen tendenziell positive Effekte auf die genannten Parameter (ALONZO et al. 1993, FALLON und EARLY 2001). Während HUGHES (1988) eine signifikante Erhöhung der Futteraufnahme und der täglichen Zunahmen in einem Zeitraum von 84 Tagen nach dem Absetzen beobachtete, stellte QUIGLEY (1992) keine Effekte fest.

In der Bullenmast ermittelte DRENNAN (1990) eine um 6,8 % höhere Lebendmassezunahme und eine um 5,1 % verbesserte Futtermittelverwertung. MUTSVANGWA et al. (1992) beobachteten bei Bullen die intensiv gemästet wurden durch die Lebendhefezulage eine signifikante Zunahme der Futteraufnahme, während die tägliche Gewichtsentwicklung nur etwas erhöht war. Genau umgekehrte Versuchsergebnisse erhielten SCHWARZ und ETTLE (2001b) in ihrer Untersuchung und führten die signifikant höheren Zunahmen bei ähnlicher Futteraufnahme auf verbesserte pansenphysiologische Bedingungen zurück.

### Einsatzbereiche von Lebendhefen

Lebendhefen sind universell einsetzbar. Besonders zu empfehlen ist bei Milchkühen der Einsatz beginnend mit der Anfütterung bis ca. 150 - 200 Tage *post partum*, um den Stoffwechsel und damit die Gesundheit und Leistung der Tiere in diesem Zeitraum zu stabilisieren. Durch den Einsatz der Hefe können die Kühe ihre Futteraufnahme schneller steigern. Dies wurde ebenfalls durch eine Untersuchung von STAUDT (2003) bestätigt, wo sich durch den Hefeeinsatz in den ersten 8 Laktationswochen eine tendenziell um 0,4 kg TS/Kuh und Tag höhere Futteraufnahme feststellen ließ. Die Kühe werden folglich energetisch besser versorgt, und das Risiko von Azidosen und Ketosen wird verringert. Besonders eignet sich der Einsatz bei Hoch-

leistungstieren und in Rationen, die im Grenzbereich der Wiederkäuergerechtigkeit liegen.

Sind Lebendhefen auch für Kälber zugelassen, kann der Einsatz die Entwicklung des Pansens fördern und sich positiv auf die Futteraufnahme und täglichen Zunahmen auswirken.

Auch bei Mastrindern können Hefekulturen den Stoffwechsel der Tiere stabilisieren mit positiver Wirkung auf die täglichen Gewichtszunahmen.

## Fazit

Zahlreiche Studien, die an Universitäten, Versuchsanstalten und unter praktischen Feldbedingungen durchgeführt wurden, belegen einen positiven Einfluss von verfütterten Lebendhefen auf das Leistungsvermögen bei der Milchkuh sowie auf die Futteraufnahme und täglichen Zunahmen bei Kalb und Mastrind. Diese Effekte sind nach Stand der Wissenschaft darauf zurückzuführen, dass effektive Lebendhefen auf natürliche Art und Weise die Pansenbakterien stimulieren und das Fermentationsmilieu im Pansen stabilisieren. Allerdings ist die Wirkungsweise der Hefezellen im Pansen noch nicht vollständig geklärt. Stark variierende Versuchsergebnisse deuten darauf hin, dass bestimmte ernährungs- und pansenphysiologische Bedingungen vorherrschen müssen, damit Hefeergänzungen die Pansenfunktionen beeinflussen können und Vorteile für das Tier bringen.

Darüber hinaus muss sichergestellt sein, dass die Hefekultur als Bestandteil eines Futtermittels im Verarbeitungsprozess nicht zu Schaden kommt und den Pansen mit voller Stoffwechselaktivität erreicht.

Es soll an dieser Stelle aber auch darauf hingewiesen werden, dass lebende Hefen natürliche Substanzen sind und als solche betrachtet werden müssen. Sie stellen eine gute Möglichkeit dar, den Stoffwechsel des Tieres zu unterstützen. Lebendhefen sind aber in keiner Weise dazu geeignet, gravierende Management- oder Gesundheitsprobleme einer Herde auszugleichen.

Aufgrund der starken Unterschiede im Wirkungsvermögen der unterschiedlichen Lebendhefestämme ist bei der Auswahl eines Produktes auf eine nachweisbare Wirkungsweise zu achten.

## Literatur

- AGARWAL, N., D.N. KAMRA, L.C. CHAUDHARY, A. SAHOO und N.N. PATHAK, 2000: Selection of *Saccharomyces cerevisiae* strains for use as a microbial feed additive. *Let. Appl. Microbiol.* 31, 270-273.
- ALONZO, R., E. MIRACLES und J. KILLEN, 1993: Effect of viable yeast culture (Yea-Sacc<sup>1026</sup>) on milk yield of Holstein Cows and on weight gain of calves at 90 days. *J. Anim. Sci.* 71 (Suppl.1), 289.
- ARAMBEL, M.J. und B.A. KENT, 1990: Effect of yeast culture on nutrient digestibility and milk yield response in early to midlactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73, 1560-1563.
- BARFORD, J.P. und R.J. HALL, 1979: An examination of the crabtree effect in *Saccharomyces cerevisiae*: the role of respiratory adaptation. *J. Gen. Microbiol.* 114, 267-275.
- CALLAWAY, E.S. und S.A. MARTIN, 1997: Effect of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on the ruminal bacteria that utilize lactate and digest cellulose. *J. Dairy Sci.* 80, 2035-2044.
- CARRO, M.D., P. LEBZIEN und K. ROHR, 1992: Influence of yeast culture on the in vitro fermentation (Rusitec) of diets containing variable portions of concentrates. *Anim. Feed Sci. Technol.* 37, 209-220.
- CARTER, H.E. und G.E. PHILLIPS, 1994: The nutritive value of yeast proteins. *Fed. Proc.* 3, 124-128.
- CHAUCHEYRAS, F., G. FONTY, G. BERTIN und P. GOUET, 1995: Effects of live *Saccharomyces cerevisiae* cells on zoospore germination, growth and cellulolytic activity on rumen anaerobic fungus, *Neocallimastix frontalis* MCH3. *Curr. Microbiol.* 31, 4, 201-205.
- CHAUCHEYRAS, F., G. FONTY, G. BERTIN, J. SALMON und P. GOUET, 1996: Effect of a strain of *Saccharomyces cerevisiae* (Levucell<sup>®</sup> SC1), a microbial additive for ruminants, on lactate metabolism in vitro. *Can. J. Microbiol.* 42, 927-933.
- CHAUCHEYRAS-DURAND, F. und G. FONTY, 2002: Hefen in der Wiederkäuerfütterung – Erfahrungen mit einem Lebend-Hefepräparat. *Kraftfutter* 4, 146-150.
- CHIQUETTE, J., 1995: *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus oryzae*, used alone or in combination, as a feed supplement for beef and dairy cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 75, 405-415.
- CZERKAWSKI, J. W., 1969: Methane production in ruminants and its significance. *World Review of Nutrition and Dietetics* 11, 240-282.
- DAWSON, K.A., und D.M. Hopkins, 1991: Differential effects of live yeast on the cellulolytic activities of anaerobic ruminal bacteria. *J. Anim. Sci.* 69, Suppl. 1., 531 (Abstr.).
- DAWSON, K.A., und I.D. GIRARD, 1997: Biochemical and physiological basis for the stimulatory effects of yeast preparations on ruminal bacteria. In: *Proceedings of Alltech's 13<sup>th</sup> Annual Symposium on Biotechnology in the Feed Industry*. Nottingham University Press, Loughborough, Leics. UK.
- DAWSON, K.A., K.E. NEWMAN und J.A. BOLING, 1990: Effects of microbial supplements containing yeast and lactobacilli on roughage-fed ruminal bacterial activities. *J. Anim. Sci.* 68, 3392-3398.
- DILDEY, D., 1990: Effect of Yea-Sacc on performance of cows at the Maddox Dairy in California. Field trial results, nicht veröffentlicht.
- DRENNAN, M., 1990: Effect of Yea-Sacc1026 on feed intake and performance of finishing bulls. In: *Supplement to the Proceedings of Alltech's 6<sup>th</sup> Annual Symposium*, Alltech Technical publications, Nicholasville, Kentucky, 495.
- DURAND-CHAUCHEYRAS, F., G. FONTY und G. BERTIN, 1997a: The use of live yeasts as microbial feed additives for ruminants: Effects on rumen microflora and fermentation and on animal performance. Translation of an article published in the "Bulletin des GTV", Dec. 1997, 5, B, 576, 35-52.
- DURAND-CHAUCHEYRAS, F., G. FONTY, G. BERTIN, M. THEVENIOT und P. GOUET, 1997b: Fate of Levucell SC I-1077 yeast additive during digestive transit in lambs. *Reprod. Nutr. Dev.* 38, 275-280.
- ECKLES, C.H. und V.M. WILLIAMS, 1925: Yeast as a supplementary feed for lactating cows. *J. Dairy Sci.* 8, 89, 89-93.
- EL HASSAN, S.M., C.J. NEWBOLD, I.E. EDWARDS, J.H. TOPPS und R.J. WALLACE, 1996: Effect of yeast culture on rumen fermentation, microbial protein flow from the rumen and live-weight gain in bulls given high cereal diets. *Anim. Sci.* 62, 43-48.
- ENJALBERT, F., J.E. GARRETT, R. MONCOULON, C. BAYOURTHE und P. CHICOTEAU, 1999: Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on ruminal digestion in non-lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 76, 3056-3065.
- ERASMUS, L.J., P.M. BOTHA und A. KISTNER, 1992: Effect of yeast culture supplement on production, rumen fermentation and duodenal nitrogen flow in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 75, 3056-3065.
- FALLON, R.J. und B. EARLY, 2001: Effect of dietary Yea-Sacc1026 content on calf performance. Poster presented at Alltech's 17<sup>th</sup> Annual Science & Technology in the Feed Industry Symposium, Lexington, KY.
- FIEMS, L.O., B.G. COTTYN, L. DUSSERT und J.M. VANACKER, 1993: Effect of a viable yeast culture on digestibility and rumen fermentation in sheep fed different types of diets. *Reprod. Nutr. Dev.* 33, 43-49.
- GIGER-REVERDIN, S., N. BEZAULT, D. DAUVANT und G. BERTIN, 1996: Effects of a probiotic yeast in lactating ruminants: interaction with dietary nitrogen level. *Anim. Sci. Feed. Technol.* 63, 149-162.
- GIRARD, I.D. und K.A. DAWSON, 1994: Effect of a yeast culture on the growth characteristics of ruminal bacteria. *J. Anim. Sci.* 72, Suppl. 1, 300.
- GIRARD, I.D. und K.A. DAWSON, 1995: New insight on the mode of action of yeast culture, In: LYONS und JACQUES (Hrsg.), *Biotechnology in the feed industry*, Proceedings of Alltech's 11<sup>th</sup> annual symposium, Nottingham University Press, Loughborough, Leics, UK, 363-369.
- GIRARD, I.D., 1996: Characterization of stimulatory activities from *Saccharomyces cerevisiae*

- on the growth and activities of ruminal bacteria. Dissertation Thesis. University of Kentucky, Lexington, USA.
- HARRISON, G.A., R.W. HEMKEN, K.A. DAWSON und R.J. HARMON, 1988: Influence of addition of yeast culture supplement to diets of lactating cows on ruminal fermentation and microbial population. *J. Dairy Sci.* 71, 2967-2975.
- HUGHES, J., 1988: The effect of a high-strength yeast culture in the diet of early-weaned calves. *Anim. Prod.* 46, 526.
- INGLEDEW, W.M., 1999: Alcohol production by *Saccharomyces cerevisiae*: a yeast primer. In: Jacques, Lyons & Kelsall (Hrsgs.), *The Alcohol Textbook*, Third Edition, Nottingham University Press, United Kingdom, 75.
- JOHNSON, D.E. und R.L. REMILLARD, 1983: Nutrient digestibility of brewers single cell protein. *J. Anim. Sci.* 56, 735-739.
- JOUANY, J.P., 1994: Methods of manipulating the microbial metabolism in the rumen. *Ann. Zootech* 43, 49-62.
- JOUANY, J.P., 2001: Twenty Years of Research into Yeast Culture. *Feed Compounder*, August, 22-29.
- JOUANY, J.P., G. FONTY, B. LASSALAS, J. DORE, und P. GOUET, 1991: Effect of live yeast cultures on feed degradation in the rumen as assessed by in vitro measurements. 21<sup>st</sup> Biennial Conference on Rumen Function, Chicago, USA, Abstract 6.
- JOUANY, J.P., F. MATHIEU, J. SENAUD, J. BOHATIER, G. BERTIN und M. MERCIER, 1998: The effect of *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus oryzae* on the digestion of the cell wall fraction of a mixed diet in defaunated sheep rumen. *Rep. Nutr. Dev.* 38, 401-416.
- KAMALAMMA, U., U. KRISHNAMOORTHY und P. KRISHNAPPA, 1996: Effect of feeding yeast culture (*Yea-Sacc*<sup>1026</sup>) on rumen fermentation in vitro and production performance in crossbred dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 57, 247-256.
- KOUL, V., U. KUMAR, V.K. SAREEN und S. SINGH, 1998: Mode of action of yeast culture (*Yea-Sacc*<sup>1026</sup>) for stimulation of rumen fermentation in buffalo calves. *J. Sci. Food Agric.* 77, 407-413.
- KUMAR, U., V.K. SAREEN und S. SINGH, 1992: A note on the effect of supplementation of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae* plus growth medium) in the diet of buffaloes on milk yield and composition. *Anim. Prod.* 55, 440-442.
- KUMAR, U., V.K. SAREEN und S. SINGH, 1994: Effect of *Saccharomyces cerevisiae* yeast culture supplement on ruminal metabolism in buffalo calves given a high concentrate diet. *Anim. Prod.* 59, 209-215.
- KUMAR, U., V.K. SAREEN und S. SINGH, 1997: Effect of yeast culture supplement on ruminal microbial populations and metabolism in buffalo calves fed a high roughage diet. *J. Sci. Food. Agric.* 73, 231-236.
- MAIERHOFER, R. und A. OBERMAIER, 2002: Einsatz von Hefen in der Fütterung von Milchkuhen. *Gruber Info* 02/2002, 32-41.
- MAROUNEK, M. und R.J. WALLACE, 1984: Influence of culture Eh on the growth and metabolism of the rumen bacteria *Selenomonas ruminantium*, *Bacteroides amylophilus*, *Bacteroides succinogenes* and *Streptococcus bovis* in batch culture. *J. Gen. Microbiol.* 130, 223-229.
- MARTIN, S.A. und D.J. NISBET, 1992: Effect of direct-fed microbials on rumen microbial fermentation. In: Symposium: Direct-fed microbials and rumen fermentation. *J. Dairy Sci.* 75, 1736-1744.
- MC ARTHUR, J.M. und J.E. MULTIMORE, 1962: Rumen gas analysis by gas solid chromatography. *Can. J. Anim. Sci.* 41, 187-192.
- MUTSVANGWA, T., J. EDWARDS, J.H. TOPPS und G.F.M. PATTERSON, 1992: The effect of dietary inclusion of yeast culture (*Yea-Sacc*<sup>1026</sup>) on patterns of rumen fermentation, food intake and growth of intensively fed bulls. *Anim. Prod.* 55, 35-40.
- NEWBOLD, C.J. und R.J. WALLACE, 1992: The effect of yeast and distillery by-products on the fermentation in the rumen simulation technique (Rusitec). *Anim. Production* 54, 504.
- NEWBOLD, C.J., 1995: Microbial feed additives for ruminants. In: *Biotechnology in animal feeds and animal feeding* (Chesson A., Wallace R.J. eds.) VCH, Weinheim, Germany, 259-278.
- NEWBOLD, C.J., R.J. WALLACE und F.M. MCINTOSCH, 1996: Mode of Action of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as a feed additive for ruminants. *Br. J. Nutr.* 76, 249-261.
- NEWBOLD, C.J., R.J. WALLACE, X.B. CHEN und F.M. MCINTOSCH, 1995: Different strains of *Saccharomyces cerevisiae* differ in their effects on ruminal bacterial numbers in vitro and in sheep. *J. Anim. Sci.* 73, 1811-1818.
- NISBET, D.J. und S.A. MARTIN, 1991: Effect of *Saccharomyces cerevisiae* culture on lactate utilization by the ruminal bacterium *Selenomonas ruminantium*. *J. Anim. Sci.* 69, 4628-4633.
- PANCHAL, C.J., L. RUSSEL, A.M. SILLS und G.G. STEWART, 1984: Genetic manipulation of brewing and related yeast strains. *Food Technol.* 38, 99-101.
- QUIGLEY, J.D., L.B. WALLIS, H.H. DOWLEN und R.N. HEITMANN, 1992: Sodium bicarbonate and yeast culture effects on ruminal fermentation, growth and intake in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 75, 3531-3538.
- ROGER, V., G. FONTY, S. KOMISARCZUK-BONY und P. GOUET, 1990: Effects of physicochemical factors on the adhesion to cellulose (*Avicel*) of the ruminal bacteria *Ruminococcus flavefaciens* and *Fibrobacter succinogenes* subsp. *Succinogenes*. *Appl. Environ. Microbiol.* 56, 3081-3087.
- ROSSI, F., P.S. COCCONCELLI und F. MASOERO, 1995: Effect of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on growth and lactate utilization by the ruminal bacterium *Megasphaera elsdenii*. *Ann. Zootech.* 44, 403-409.
- SCHWARZ, F.J. und T. ETTLE, 2001a: Effect of *S. cerevisiae* (Levucell®) on feed intake and milk yield of high yielding dairy cows. *Experimental Report Technische Universität München*, Department für Tierwissenschaften, Bereich Tierernährung.
- SCHWARZ, F.J. und T. ETTLE, 2001b: Einfluss von Hefekulturen (*Saccharomyces cerevisiae*, Levucell®SC) auf Verdaulichkeit und Mastleistung von Jungbullern. *Versuchsbericht Technische Universität München*, Department für Tierwissenschaften, Bereich Tierernährung.
- SCOTT, S.K., M.J. ARAMBEL, D.Y. KIM, B.A. KENT, B.J. HARDCASTLE und D.P. DAWSON, 1994: Effect of feeding yeast culture on milk production, composition, feed intake and nutrient digestibility in lactating cows. *J. Anim. Sci.* 72, Suppl. 1, 300.
- SMITH, W.A., B. HARRIS JR., H.H. VAN HORN und C.J. WILCOX, 1993: Effects of forage type on production of dairy cows supplemented with whole cottonseed, tallow and yeast. *J. Dairy Sci.* 76, 205.
- STAUDT, K., 2003: Live yeast additive for dairy cows and their effects on the performance and the ruminal fermentation. *Diplomarbeit Universität Hohenheim*.
- STECKLEY, J.D., D.G. GRIEVE, G.K. MACLEOD und T. MORAN, 1979: Brewers' yeast slurry. II. A source of supplementary protein for lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 62, 947-953.
- STEWART, C.S., 1977: Factors affecting the cellulolytic activity of rumen contents. *Appl. Environ. Microbiol.* 33, 497-502.
- STROBEL, H.J. und J.B. RUSSEL, 1986: Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixed rumen bacteria. *J. Dairy Sci.* 69, 2941-2947.
- WALLACE, R.J. und C.J. NEWBOLD, 1992: Probiotics for ruminants, In Fuller, Probiotics, The scientific basis, Chapman and Hall, London, New York, Tokyo, Melbourne, Madras, 317-353.
- WALLACE, R.J. und C.J. NEWBOLD, 1993: Rumen fermentation and its manipulation: The development of yeast cultures as feed additives. In: T.P. Lyons (Ed.) *Biotechnology in the feed industry*. P. 173 Alltech Technical publications. Nicholasville, KY.
- WIEDMEIER, R.D., M.J. ARAMBEL und J.L. WALTERS, 1987: Effect of yeast culture and *Aspergillus oryzae* fermentation extract on ruminal characteristics and nutrient digestibility. *J. Dairy Sci.* 70, 2063-2068.
- WILLIAMS, P.E.V., C.A.G. TAIT, G.M. INNES und C.J. NEWBOLD, 1991: Effect of the inclusion of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae* plus growth medium) in the diet of dairy cows on milk yield and forage degradation and fermentation patterns in the rumen of steers. *J. Anim. Sci.* 69, 3016-3026.
- YOON, I.K. und M.D. STERN, 1996: Effects of *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus oryzae* cultures on ruminal fermentation in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79, 411-417.