



# Organische Spurenelement-Mischung in der Milchviehfütterung

Jürg KESSLER und Alexandre de FARIA, Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere (RAP), CH-1725 Posieux

**Die Ergänzung einer üblichen Milchviehration mit organischen im Vergleich zu anorganischen Spurenelement-Verbindungen führt zu keiner Verbesserung der Milchleistung. Auch die Zusammensetzung der Milch sowie die Milchzellzahl wird nicht wesentlich beeinflusst. In der Spurenelement-Konzentration der wichtigsten Zielorgane sind nur geringe Unterschiede zu beobachten. Das Gleiche gilt für die vom Spurenelement-Angebot abhängigen Blutparameter.**

Der Wiederkäuer ist auf eine regelmässige, bedarfsgerechte Spurenelementversorgung angewiesen. Diese erfolgt primär über den natürlichen Spurenelement-Gehalt der Futtermittel. Reicht dieses Angebot nicht aus, so müssen die fehlenden Elemente ergänzt werden. Als Quellen bieten sich sowohl anorganische als auch organische Verbindungen an. Im Gegensatz zu den anorganischen Verbindungen werden die organischen Spurenelement-Verbindungen im Verdauungstrakt nicht oder nur teilweise ionisiert. Zum Beispiel durch Diffusion oder mittels aktivem Transport gelangt ein variierender Anteil dieser Verbindungen direkt durch die Darmwand über die Blutbahn zu den Zielorganen. Die im Vergleich zu den anorganischen Spurenelement-Verbindungen unterschiedliche Absorption und Verwertung der organischen Verbindungen soll sich in einer höheren Bioverfügbarkeit äussern. Unter dem Begriff der Bioverfügbarkeit versteht man dabei das Ausmass, in welchem ein aufgenommenes Spurenelement in einer Form absorbiert wird, in welcher es vom Stoffwechsel verwertet werden kann (Ammermann *et al.* 1995). Die höhere Bioverfügbarkeit soll sich bei der Milchkuh positiv auf die Milchleistung auswirken (Kellogg 1990) und die Anzahl somatischer Zellen in der Milch reduzieren (Van Horn *et al.* 1994). Unter anderem über eine Stimulierung der Eierstockaktivität und eine Verminderung von Uterusinfektionen soll im weiteren die Fruchtbarkeit verbessert werden (Manspeaker *et al.* 1987; Holden *et al.* 1996). Nicht zuletzt sollen organische Zn-Verbindungen die Klauenqualität positiv beeinflussen. Es stellt sich die Frage, inwieweit die meist unter angelsächsischen Fütterungs-

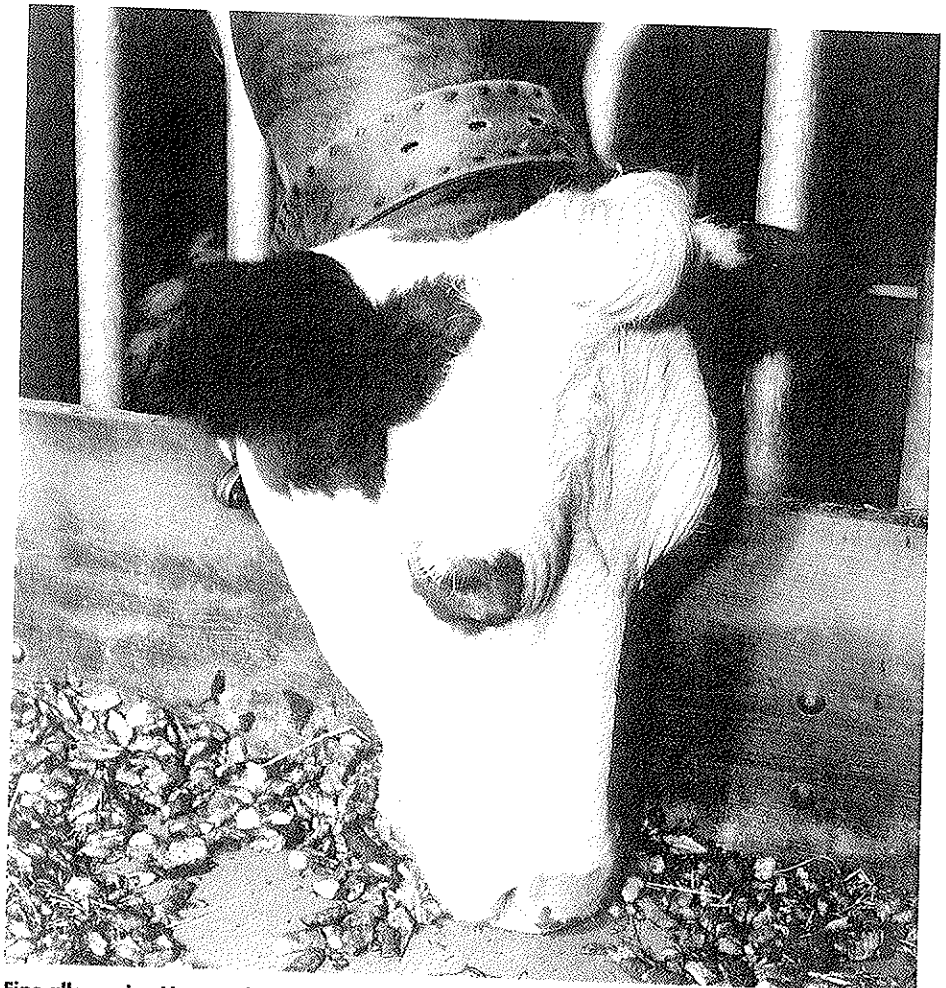
und Haltungsbedingungen gewonnenen Ergebnisse auch auf unsere Verhältnisse zutreffen. Da zu diesem Thema kaum Informationen vorliegen, wurde in einem Fütterungsversuch an 2 x 3 laktierende Milchkuhe eine Dürrfutter-Maissilage-Ration mit folgender Spurenelement-Ergänzung verfüttert:

■ ANORG Ergänzung in Form der anorganischen Verbindungen Kupfer(Cu)-Sulfat, Mangan(Mn)-Oxid, Zink(Zn)-Oxid und Natrium-Selenit.

■ ORG Ergänzung in Form der organischen Verbindungen Cu-, Mn- und Zn-Proteinat sowie Selen(Se)-Hefe<sup>1</sup>, zusätzlich Ergänzung mit Cu-Sulfat und Zn-Oxid bis zur Deckung des empfohlenen Angebotes (FAG 1994).

Pro Kuh und Tag wurden 50 g Spurenelement-Mischung mit den in Tabelle 1 aufgeführten Gehalten verfüttert. Die gesamt-

<sup>1</sup>BIOPLEX, SEL-PLEX; ALLTECH INC. KY, USA



Eine allgemeine Verwendung von organischen Spurenelement-Verbindungen in der Milchviehfütterung rechtfertigt sich im gegenwärtigen Zeitpunkt kaum. (Fotos: RAP Posieux)

**Tab. 1. Spurenelementgehalt der anorganischen und organischen Spurenelementmischung**

	in 50 g Mischung		Anteil der Mischung am gesamten Spurenelementangebot in % <sup>1</sup>	
	ANORG	ORG	ANORG	ORG
Kupfer	mg 108	113	48	45 <sup>2</sup>
Mangan	mg 164	163	17	17
Zink	mg 519	559	45	30 <sup>2</sup>
Selen	mg 1,4	1,5 <sup>3</sup>	65	66

<sup>1</sup>geschätzt

<sup>2</sup>nur organische Spurenelement-Verbindung

<sup>3</sup>berechnet aufgrund der Analysen der Einzelkomponenten

te Spurenelement-Zufuhr je kg Futter-Trockensubstanz (TS) entspricht dem empfohlenen Angebot gemäss Grünem Buch (FAG 1994). Weitere Einzelheiten zur Versuchsanordnung sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

### Vergleichbare Milchleistung

Mit 24,4 kg energiekorrigierter Milch pro Tag beim Verfahren ANORG gegenüber 25,1 kg beim Verfahren ORG besteht zwischen den beiden Verfahren kein gesicherter Unterschied (Tab. 3). Zu einem gleichen Ergebnis kommt die Mehrheit der zum Thema organische Spurenelement-Verbindungen in der Milchviehfütterung durchgeführten Versuche (Moore *et al.* 1988; Spain *et al.* 1993; O'Donoghue und Boland 1995; Holden *et al.* 1996). Ein positiver Effekt von organischen Spurenelement-Verbindungen konnte teilweise in Praxiserhebungen beobachtet werden (Anonymus 1997).

### Milchinhaltsstoffe kaum verändert

Der Fett-, Protein- und Harnstoffgehalt der Milch (Tab. 3) wird durch die chemische Form der Spurenelement-Verbindung nicht signifikant beeinflusst. Dieses Resultat deckt sich mit den Ergebnissen von O'Donoghue und Boland (1995) sowie Holden *et al.* (1996). Vergleichbar ist auch die Zn- und Se-Konzentration der Milch der beiden Verfahren. Die analysierten Werte entsprechen weitgehend den Normalwerten. Eher überraschend ist die fehlende Wirkung der organischen Spurenelement-Mischung auf die Se-Konzentration der Milch. In eigenen Versuchen mit dem Modelltier Ziege nahm die Se-Konzentration bei der Verfüterung von

**Tab. 2. Versuchsanlage**

<b>Versuchstiere:</b>	2 x 3 laktierende Kühe der Rassen Simmentaler Fleckvieh x Red Holstein sowie Holstein; durchschnittliches Alter rund drei Jahre
<b>Laktationsstadium:</b>	4 Tiere ≈ 7. Woche; 2 Tiere ≈ 23. Woche
<b>Versuchsdauer:</b>	94 Tage
<b>Versuchsordnung:</b>	zwei Verfahren; Blockanordnung; Schlachtung der Tiere am Versuchsende
<b>Futter:</b>	Dürrfutter 7 kg, Maissilage <i>ad libitum</i> ; Kraftfutter gemäss Milchleistung
<b>Versuchsparameter:</b>	Milchproduktion und Milchezusammensetzung; metabolisches Profil; Spurenelementgehalt von Leber, Nieren, Fesselbein und Deckhaaren

Se-reicher Hefe im Vergleich zu Natrium-Selenit deutlich zu (Kessler und Lanz 1995).

Wie aus Abbildung 1 hervorgeht, wird durch die Zufuhr von organischen Spurenelement-Verbindungen die Zellzahl der Milch nicht wesentlich beeinflusst. Eine Reduktion der Milchzellzahl wird vorab dann beobachtet, wenn die Ausgangswerte bei über 200'000 Zellen pro ml Milch liegen (Kellogg 1990; Boland and O'Donoghue 1994; O'Donoghue und Boland 1995). Der hohe Zellgehalt am 22.

**Tab. 3. Milchleistung und Milchezusammensetzung**

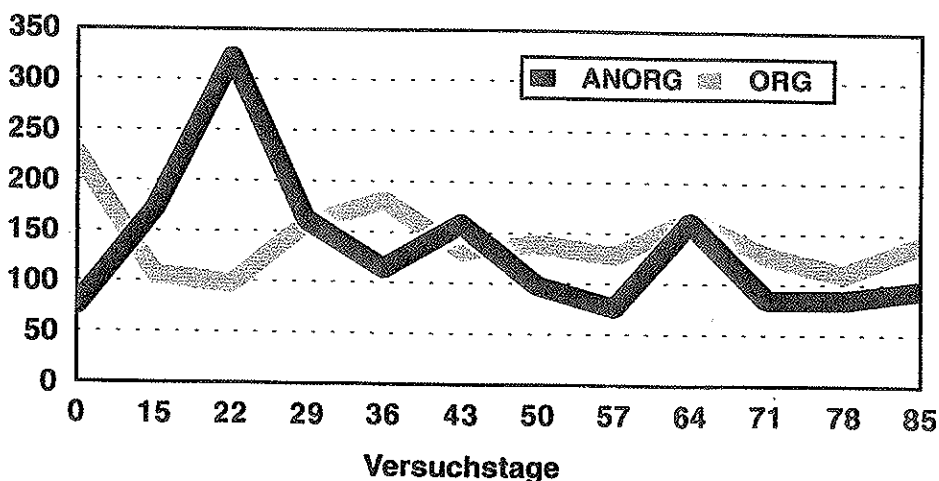
		Verfahren		s <sub>x</sub>
		ANORG	ORG	
ECM <sup>1</sup>	kg/Tier und Tag	24,4	25,1	0,4
Fett	%	4,4	4,6	0,2
Protein	%	3,5	3,6	0,1
Harnstoff	mg/dl	32	30	3
Kupfer	mg/kg TS	<2,0	<2,0	
Mangan	mg/kg TS	<1,5	<1,5	
Zink	mg/kg TS	32	32	2
Selen	µg/kg TS	98	98	6

<sup>1</sup>ECM: Fett-, protein- und laktosekorrigierte Milchmenge  
s<sub>x</sub>: Standardabweichung der Mittelwerte

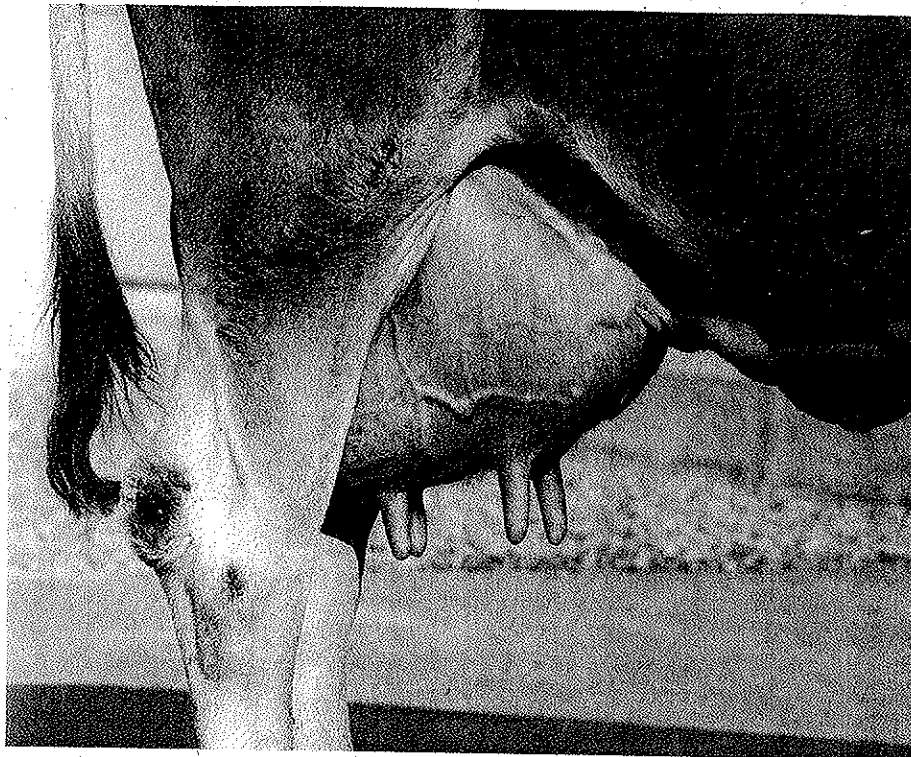
**Tab. 4. Spurenelement-Konzentration in Leber, Niere, Deckhaaren und Knochen**

			Verfahren		s <sub>x</sub>
			ANORG	ORG	
<b>Leber</b>	Kupfer	mg/kg TS	341	324	38
	Mangan	mg/kg TS	12	12	1
	Zink	mg/kg TS	108	114	10
	Selen	µg/kg TS	566	538	67
<b>Niere</b>	Kupfer	mg/kg TS	24	23	3
	Mangan	mg/kg TS	6	6	<1
	Zink	mg/kg TS	89	86	2
	Selen	mg/kg TS	7	6	<1
<b>Deckhaare</b>	Kupfer	mg/kg TS	11	10	<1
	Mangan	mg/kg TS	<2,0	<2,0	
	Zink	mg/kg TS	151	144	3
	Selen	µg/kg TS	372	396	25
<b>Knochen (Fesselbein)</b>	Zink	mg/kg TS	61	55	2

**Milchzellzahl in 1000/ml Milch**



**Abb. 1. Milchzellzahl**



Die organischen Spurenelement-Verbindungen verbessern unter den vorliegenden Versuchsbedingungen weder die Milchleistung noch beeinflussen sie die Milchzusammensetzung positiv.

die Werte der Tiere des Verfahrens ORG bei Versuchsende leicht unter denen des Verfahrens ANORG. Das Gleiche gilt für das Cu-haltige Enzym Coeruloplasmin. Bei der alkalischen Phosphatase weist das Verfahren ORG leicht höhere Aktivitäten auf. Sowohl die Selenkonzentration im Blut als auch die Aktivität des Se-haltigen Enzyms Glutathionperoxidase (GSH-Px) in den Erythrozyten sind beim Verfahren ORG etwas tiefer als beim Verfahren ANORG. Die verschiedenen Werte liegen im Normalbereich und weisen auf eine bedarfsgerechte Versorgung mit Spurenelementen hin.

Über den Einfluss organischer Spurenelement-Verbindungen auf das metabolische Profil der Milchkuh gibt es nur wenige Angaben. Die Untersuchungen von O'Donoghue und Boland (1995) beim Milchvieh liefern dem vorliegenden Versuch vergleichbare Resultate. So führte eine Ergänzung der Ration mit organischen Zn-, Cu- und Se-Verbindungen zu keiner wesentlichen Veränderung in der Cu- und Zn-Konzentration im Blut und der GSH-Px-Aktivität in den Erythrozyten.

## Folgerungen

Der Austausch von anorganischen gegen organische Spurenelement-Verbindungen in Form von Proteinaten führt unter den vorliegenden Versuchsbedingungen zu keiner Verbesserung der Milchleistung. Auch die Zusammensetzung der Milch einschliesslich der Zellzahl wird nur unwesentlich beeinflusst. Im weiteren ist keine messbare Wirkung in bezug auf die Spurenelement-Konzentration der Zielorgane Leber, Niere, Deckhaare und Knochen zu beobachten. Beim metabolischen Profil sind die Differenzen ebenfalls nicht signifikant.

Versuchstag im Verfahren ANORG ist auf ein Tier zurückzuführen, welches kurzfristig über 800'000 Zellen pro ml/Milch aufwies. Der relativ hohe Anfangswert im Verfahren ORG erklärt sich durch den erhöhten Zellgehalt eines Tieres. Dieser normalisiert sich aber bereits nach acht Versuchstagen und der Mittelwert des Verfahrens wird durch den erhöhten Zellgehalt eines anderen Tieres bis zum Versuchsende bestimmt.

## Zielorgane wenig beeinflusst

Der Vorteil organischer Spurenelement-Verbindungen soll insbesondere darin bestehen, dass sie die sogenannten Zielorgane besser erreichen. Wie Tabelle 4 zeigt, unterscheiden sich die Lebern, Nieren und Deckhaare der beiden Verfahren ANORG und ORG in der Konzentration an Cu, Mn, Zn und Se jedoch nicht signifikant. Auch in der Zn-Konzentration der Knochen (Fesselbein) ist keine bedeutende Differenz festzustellen. Dieses Resultat könnte sich bei den Elementen Mn und Zn unter anderem mit dem relativ geringen Anteil der zugeführten organischen Verbindungen am gesamten Spurenelementangebot erklären (17 % beim Mn beziehungsweise 30 % beim Zn). Eventuell spielt auch die bedarfsgerechte Spurenelementver-

sorgung der Kühe vor dem Versuch eine gewisse Rolle. Ein positiver Effekt organischer Spurenelement-Verbindungen auf ausgewählte Zielorgane wird häufig dann beschrieben, wenn vor Versuchsbeginn die Versorgung mit Spurenelementen marginal oder nicht bedarfsdeckend war (Hemken 1993).

## Geringe Unterschiede im metabolischen Profil

Ein Blick auf das metabolische Profil in Tabelle 5 zeigt zwischen den beiden Verfahren ANORG und ORG nur unwesentliche Unterschiede, welche biologisch kaum relevant sind. Beim Kupfer liegen

Tab. 5. Metabolisches Profil zu Versuchsbeginn (VB) und zu Versuchsende (VE)

		Verfahren			
		ANORG		ORG	
		VB	VE	VB	VE
Protein total	g/l	68,7	75,2	73,1	72,5
Albumin	g/l	39,8	43,9	42,0	44,8
Harnstoff	mmol/l	4,05	4,22	5,15	4,15
Hämoglobin	g/dl	10,5	10,8	10,9	10,9
Kupfer	µmol/l	18,5	58,4	18,3	37,1
Coeruloplasmin	U/l	217	302	226	261
Mangan	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Zink	mg/l	0,94	1,03	0,86	1,00
Alkalische Phosphatase	U/l	49	56	57	92
Selen	mg/l	38	62	37	45
Glutathion-Peroxidase	U/g Hb	27	45	26	30

Diese Resultate sowie die Literaturergebnisse mit gleichen oder anderen organischen Spurenelement-Verbindungen rechtfertigen im gegenwärtigen Zeitpunkt unter unseren Fütterungsbedingungen die allgemeine Verwendung der deutlich teureren organischen Spurenelement-Verbindungen in der Milchviehfütterung kaum. Offen bleibt die Frage nach deren gezieltem Einsatz bei definierten Stoffwechselproblemen (Klauenprobleme, primäre und sekundäre Spurenelementdefizite).

## LITERATUR

- Anonymus, 1997. Texas dairy studies show 4-Plex impact on reproductive performance, milk production. *Zinpro Viewpoint* 8 (1), 1 - 3.
- Ammermann C.B., Baker D.H. and Lewis A.J., 1995. Bioavailability of nutrients for animals. Academic Press, San Diego, 441 p.
- Boland M.P. and O'Donoghue D.G., 1994. Bioplex can reduce cell counts. *Irish Farmers' Journal*. December 24, 26.
- FAG, 1994. Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. LmZ, Zollikofen, 328 S.
- Hemken R., 1993. Effets comparatifs de Bioplex cuivre, du sulfate de cuivre et de l'oxyde de cuivre sur les teneurs hépatiques en cuivre chez la vache allaitante. In: Dossiers technique Bioplexes bovins. Alltech France, 55 - 56.
- Holden L.A., Muller L.D., Moore D.A. and Hamerschmidt K.J., 1996. Evaluation of chelated Cu, Mn, and Zn for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79, Suppl. 1. 198.
- Kellogg D.W., 1990. Zinc methionine affects performance of lactating cows. *Feedstuffs*. 62 (35), 15, 16, 28.
- Kessler J. und Lanz C., 1995. Selenreiche Hefen in der Wiederkäuerfütterung. *Agrarforschung* 2 (2), 95 - 98.
- Manspeaker J.E., Robl M.G., Edwards G.H. and Douglass L.W., 1987. Chelated minerals: Their role in bovine fertility. *Vet. Med.*, September, 951 - 956.
- Moore C.L., Walker P.M., Jones M.A. and Webb J.W., 1988. Zinc methionine supplementation for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 71 (Suppl. 1), 152.
- O'Donoghue D.G. and Boland M.P., 1995. Effects of an organic trace mineral supplement containing zinc, copper and selenium on reproductive efficiency and milk yields of spring-calving dairy cows. Paper University College Dublin, 2 p.
- Spain J.N., Hardin D., Steevens B. and Thorne J., 1993. Effect of organic zinc supplementation on milk somatic cell count and incidence of mammary gland infections of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 76 (Suppl. 1), 265.
- Van Horn H.H., Shearer J.K., Wilcox C.J. and de Groot W., 1994. Utilization of heterogeneity regression to delineate effects of Zn-, Mn-, and Cu-proteinates on milk somatic cell counts, milk yields, and cow mobility in research conducted on farm. *J. Anim. Sci.* 72, Suppl. 1/1. *Dairy Sci.* 77, Suppl. 1, 156.

somatic cell count. Furthermore, no difference was observed for Cu, Mn, Zn and Se concentration in the liver, kidney, outer hair and *phalanx proximalis*. The metabolic profile did not reveal any significant treatment effects either.

\*ALLTECH INC. KY, USA

**KEY WORDS:** dairy cow, organic trace element, milk yield, milk composition, metabolic profile

## RÉSUMÉ

### Influence des composés organiques d'oligoéléments sur différents paramètres du métabolisme ainsi que sur la consommation et sur la production laitière chez la vache en lactation

Dans un essai réalisé avec 2 x 3 vaches laitières en lactation, on a étudié l'influence d'une substitution de liaisons d'oligo-éléments inorganiques (INORG) par des liaisons organiques (ORG; BIOPLEX Cu, Mn, Zn ainsi que SEL-PLEX\*), sur les performances et des paramètres métaboliques. Le sulfate de Cu, l'oxyde de Mn, l'oxyde de Zn et le sélénite de Na ont représenté les sources d'oligo-éléments inorganiques. La ration expérimentale était composée de fourrage sec, d'ensilage de maïs affouragé à volonté ainsi que d'aliments concentrés distribués en fonction de la production laitière. A la fin de l'essai, les vaches ont été abattues et l'on a prélevé le foie, les reins et le *Phalanx proximalis*. Les animaux des deux variantes INORG et ORG ne se sont pas différenciés de façon significative en ce qui concerne la production laitière journalière (resp. INORG 24,4 et ORG 25,1 kg de lait ECM) et la composition du lait (graisse, protéine, Cu, Mn, Zn, Se), y compris le nombre de cellules du lait. Il en est de même pour la concentration en oligo-éléments (Cu, Mn, Zn, Se) du foie, des reins, des poils et du *Phalanx proximalis*. On n'observe pas non plus de différences significatives dans le profil métabolique.

\*ALLTECH INC. KY, USA

## SUMMARY

### The effect of an organic trace element supplement on metabolic parameters, milk yield and milk composition of dairy cows

In a trial with 2 x 3 lactating cows, the effect of an organic (ORG) trace element supplement (BIOPLEX Cu, Mn, Zn and SEL-PLEX\*) on performance and selected metabolic parameters was investigated in comparison to inorganic sources (INORG). Cu sulfate, Mn-oxide, Zn oxide and Na selenite served as inorganic trace element sources. The experimental diet consisted of hay, corn silage fed *ad libitum* and concentrates distributed according to milk yield. At the end of the experimental period, the cows were slaughtered; liver, kidneys and *phalanx proximalis* were removed.

Animals of the two treatments INORG and ORG neither differed in milk yield (INORG 24.4, ORG 25.1 kg ECM milk/day) nor in milk composition (fat, protein, Cu, Mn, Zn, Se) including