

Microtracer® im Vergleich mit herkömmlichen Tracern

Vergleich der Eignung für die Messung der Mischungshomogenität und des Carry-Over in Futtermittelwerken

Author Autor Dr. Sabine Artelt

*Chemikerin, Geschäftsführerin MTSE Micro Tracers Services Europe GmbH,
info@microtracer.de*

Dr. Annette Mertens

Biologin, Scientific & Medical Writer, annette@die-mertens.de

Es gibt verschiedene Methoden, die Homogenität und den Carry-Over von Futterbestandteilen in einem Futterwerk zu messen: indirekte Tracer wie Kobalt, Mangan, Methylviolett, Selen und Oxytetracyclin sowie direkte Marker wie die Microtracer, besonders FSS-lake. In verschiedenen Futteranlagen wurde eine vergleichende Bewertung der Eignung dieser Tracer durchgeführt.



Sabine Artelt

Für die regelmäßige Beurteilung der Produktionslinien hinsichtlich der Mischungshomogenität und der Überwachung des Carry-Over benötigen Futtermittelhersteller einfache und kostengünstige Methoden. Ein wichtiger Faktor ist, dass für die Überprüfung des Carry-Over externe Tracer verwendet werden müssen, die sich für gewöhnlich nicht in der Produktionslinie befinden. Warum ist eine gute Homogenität notwendig? Ist das Futter nicht vollständig durchmischt, enthalten einige Teile des Futters entweder zu viel oder zu wenig der formulierten Komponenten. Die regelmäßige Routineüberprüfung der Mischer ist daher sowohl in wirtschaftlicher als auch ethischer Hinsicht geboten; gemäß EU-Verordnung 183/2005 sind Futtermittelhersteller gefordert, die Mischungshomogenität und den Carry-Over regelmäßig zu kontrollieren.

In Deutschland wird routinemäßig eine Mischgenauigkeit von 1:100 000 für Vormischungen sowie für das Endfutter getestet, das entspricht einer Zumischung von 10 g/t Endfutter, was der von Mikrokomponenten, Antibiotika oder anderen Tiergesundheitsprodukten gleichkommt. Normalerweise überprüfen die Hersteller die Mischeinrichtungen durch die Zugabe eines Tracers. Herkömmlicherweise wurden hierfür Bestandteile der Mischung wie Kobalt, Mangan und Selen oder Futtermittelzusatzstoffe wie Antibiotika (hier: Oxytetracyclin) oder Kokzidiostatika verwendet. Auch reine Farbstoffe wie Methylviolett können als indirekte Tracer verwendet werden.

Microtracer® wurden ursprünglich 1954 für die Kennzeichnung von speziellen Zusatzstoffen wie Kokzidiostatika oder speziellen

Microtracers® versus traditional tracers

Comparison of the suitability for measurement of mixing uniformity and carry-over in feed production plants

Different methods to measure uniformity and carry-over of ingredients in a feed production plant are available, consisting of indirect tracers like Cobalt, Manganese, Methylviolet, Selenium and Oxytetracycline and direct tracers like Microtracers, especially FSS lake. A comparative evaluation of the suitability of these tracers was performed in different feed installations.

For regular assessment of their production lines with regards to mixing uniformity and control of carry-over levels feed manufacturers need simple and cost-effective methods. Why is a good homogeneity necessary? If feed is not completely mixed, portions of the feed will contain either too much or too little of the formulated ingredients. Periodic routine mixer testing is therefore both economically and ethically justified and according to EU regulation 183/2005 feed producers are requested to check mixing homogeneity and carry-over level regularly. In Germany, routinely a mixing accuracy of 1:100 000 is tested for premixes as well as for final feed, this is an addition rate in final feed of 10 g/t which is similar to that of micro-ingredients, antibiotics or other animal health products. Normally manufacturers test mixing equipment by adding a tracer. Traditionally ingredients of the mix like Cobalt, Manganese and Selenium or feed additives like antibiotics (here: Oxytetracycline) or coccidiostats were used. Moreover pure dyes like Methylviolet can be used as indirect tracers.

Microtracer® were originally invented in the year 1954 for marking special feed additives such as coccidiostats or special mineral premixes. They are permitted for testing mixing accuracy of mixers in "Test Procedure for Solids/Mixing Equipment for Animal Feeds" as American National Standard ASABE since 2007. Today Microtracers like Microtracer® FSS-lake are used for testing homogeneity and carry-over in most European countries. Since March 2006

they are included in the official GMP+ Test procedure and since August 2007 in OVOCOM quality system of Belgium, both applicable to ISO worldwide.

Microtracer particles are iron particles of equal particle size which are coated with registered food dyes. Each gram has a guaranteed particle number. Microtracer particles exist in different particle sizes. They have irregular particle shape and therefore attach to macro-components in the mix. In Europe, the most established Microtracer is FSS-lake, with a mean of ca. 500 000 particles per gram, being available in various colours. A unique benefit of using Microtracers for testing homogeneity and carry-over trials is that Microtracer particles and the attached food dyes are not toxic, the test batches can be used without exceptions, even in ecological feed. Their addition rate to final feed of 10 g/t for testing a mixing accuracy of 1:100 000 is similar to that of antibiotics or other animal health products. Moreover the determination of homogeneity and carry-over level with Microtracers in high moisture feed, lickstones, canned petfood or pellets is no problem.

Material and Methods

The experimental approach consisted of five comparative trials in five different settings in Belgium, Denmark, Germany, Hungary and the Netherlands (see table 1).

Microtracer FSS lake, Oxytetracycline and Methylviolet were added as a premix, with a dosage of 10 g per ton of feed (mixing accuracy 1:100 000) in 4 kg of limestone, in same way and at same time as other micro-ingredients of the mix are added. Cobalt was added with a dosage of 50 g/t (mixing accuracy 1:20 000) and Manganese with a dosage of 4000 g/t (mixing accuracy 1: 250). These dosages are required for an accurate analysis.

Two batches were analysed, one for mixing accuracy, the second for carry-over of the respective tracers in the trial. For the analysis of the indirect tracers an additional third batch is needed for the evaluation of the blank levels in feed for the tracer used.

In figure 1 a schematic overview of a typical production line is shown with the addition place of the tracers and the most common sampling places. Usually two sampling places in the production line are chosen: sampling after the mixer for checking the quality of the mixer under the applied routine conditions and of the final product for checking, if the feed is

Mineralstoffvormischungen erfunden. Sie sind seit 2007 für die Überprüfung der Mischgenauigkeit von Mischanlagen in der „Test Procedure for Solids/Mixing Equipment for Animal Feeds“ des American National Standard ASABE zugelassen. Heute werden Microtracer wie die Microtracer® FSS-lake in den meisten europäischen Ländern für die Prüfung der Homogenität und des Carry-Over benutzt. Seit März 2006 sind sie Bestandteil des amtlichen GMP+-Prüfverfahren und seit August 2007 Teil des OVOCOM Qualitätssystem in Belgien, beide weltweit für ISO anwendbar.

Die Microtracer-Partikel bestehen aus Eisenpartikeln gleicher Größe, die mit zugelassenen Lebensmittelfarben überzogen sind. Pro Gramm ist eine garantierte Zahl an Partikeln enthalten. Die Microtracer-Partikel gibt es in unterschiedlichen Größen. Ihre Form ist unregelmäßig, wodurch sie sich an die Makrokomponenten in der Mischung anhaften. In Europa ist FSS-lake der am weitesten verbreitete Microtracer, er enthält durchschnittlich ca. 500 000 Partikel pro Gramm und ist in verschiedenen Farben erhältlich. Ein eindeutiger Vorteil der Verwendung von Microtracern für die Prüfung der Homogenität und des Carry-Over ist, dass Microtracer-Partikel und die zugehörigen Lebensmittelfarben nicht giftig sind und die Testchargen ohne Ausnahmen verwendet werden können, selbst bei ökologischem Futter. Ihre Zumischungsrate zum Endfutter beträgt 10 g/t für die Überprüfung einer Mischgenauigkeit von 1:100 000 und ähnelt damit der von Antibiotika oder anderen Produkten für die Tiergesundheit. Darüber hinaus ist mit Microtracern auch die Bestimmung der Homogenität und des Carry-Overs in feuchtem Futter, Lecksteinen, Dosenfutter oder Pellets unproblematisch.

Material und Methoden

Der experimentelle Ansatz bestand aus fünf Vergleichsversuchen in fünf verschiedenen Anlagen in Belgien, Dänemark, Deutschland, Ungarn und den Niederlanden (siehe Übersicht 1).

Der Microtracer FSS-lake, Oxytetracyclin und Methylviolett wurden als Vormischung in einer Dosierung von 10 g pro Tonne Futter (Mischgenauigkeit 1:100 000) in 4 kg Kalkstein auf dieselbe Weise und zur gleichen Zeit wie die anderen Mikrokomponenten hinzugefügt. Kobalt wurde in einer Dosierung von 50 g/t (Mischgenauigkeit 1:20 000) und Mangan mit einer Dosierung von 4000 g/t (Mischgenauigkeit 1: 250) hinzugegeben. Diese Dosierungen sind für eine exakte Analyse erforderlich.

Es wurden zwei Chargen analysiert, eine auf Mischgenauigkeit,

Übersicht 1: Überblick über Versuch und Produktionsstätten

Figure 1: Overview of trials and production sites

Versuch/ trial	Land/ country	Futter/ feed	Mischertyp/ mixer type	Batchgröße/ batch size	Mischzeit/ mixing time
Kobalt/ Cobalt	Niederlande (NL)/ Netherlands	Kälberfutter/ calf feed	Horizontaler Doppelwellen-Bandmischer/ double-axis ribbon mixer, van den Berg	4.000 kg	180 s
Mangan/ Manganese	Belgien (B)/ Belgium	Rinder-Lecksteine/ lickstones	Horizontaler Einwellen- Pflugscharmischer, single-axis plough share mixer, van Aarsen	1.700 kg	180 s
Methylviolett/ Methylviolet	Dänemark(DK)/ Denmark	Rinderkraftfutter/ ruminant feed	Einwellenpaddelmischer, single-axis paddle mixer, Andritz Sprout	2.400 kg	180 s
Selen/ Selenium	Deutschland (D)/ Germany	Selen-Vormischung/ Selenium premix	Vertikaler Einwellenmischer mit stehender Welle/ vertical mixer with rotating screw, Gebr. Ruberg	1.000 kg	150 s
Oxytetracycline	Ungarn (HU)/ Hungary	Mastschweine-Futter/ growing pig feed	Horizontaler Spiralmischer/ horizontal spiral mixer, Gebr. Jensen	1.500 kg	240 s

die andere auf Carry-Over des jeweiligen Tracers im Versuch. Für die Analyse der indirekten Tracer wird eine zusätzliche dritte Charge benötigt für die Auswertung der Sollwerte im Futter für den verwendeten Tracer.

In Abbildung 1 ist eine schematische Übersicht über eine typische Produktionslinie einschließlich der Zugabestelle der Tracer und der üblichen Probeentnahmestellen zu sehen. In der Regel werden zwei Probeentnahmestellen in der Produktionslinie gewählt: hinter dem Mischer für die Überprüfung der Qualität des Mixers unter den üblichen Bedingungen und vom Endprodukt zur Überprüfung, ob sich das Futter auf dem Weg durch die Produktionslinie entmischt hat. Für den Homogenitätstest wurden 10- bis 40-g-Proben analysiert. Für den Carry-Over ermöglicht es die Microtracer-Methode, die Stichprobengröße auf 500 bis 1000 g zu erhöhen. Dadurch werden sehr niedrige Nachweisgrenzen für den Carry-Over erreicht (unter 1%). Diese Vorgehensweise ist mit indirekten Tracern nicht möglich.

Die Kobalt- und Mangananalyse wurde durch die Bestimmung der Konzentrationen durch Atomabsorptionsspektrometrie mit Flammtechnik (FL-AAS) durchgeführt. Das Methylviolett wurde spektrophotometrisch analysiert. Für die Analyse des Microtracer FSS-lake wurden die Partikel mit einem Rotary Detector® von der Futterprobe getrennt. Sie wurden mit einer Entwicklerlösung aus Natriumcarbonat auf einem Filterpapier identifiziert und danach mit einer computergesteuerten TraCo®-Software mit einem Scanner gezählt.

Da diese Methode auf der Partikelzählung basiert, musste die Poisson-Verteilung für die statistische Auswertung verwendet werden. Die Definitionen für die Mischungshomogenität basier-

Übersicht 2: Definition der Mischgenauigkeit

Table 2: Definition of mixing accuracy

	Wahrscheinlichkeit/ probability p	Variationskoeffizient/ coefficient of variation cv
Mischung ist exzellent Mixing is excellent	> 25 %	< 5 %
Mischung ist gut Mixing is good	5 % < p < 25 %	5% < cv < 8 %
Mischung ist akzeptabel* Mixing is acceptable*	1 % < p < 5 %	8 % < cv < 12 %
Mischung ist inhomogen Mixing is incomplete	< 1 %	> 12 %

*: Mischgenauigkeit nicht ausreichend, Versuch muss wiederholt werden/mixing accuracy not sufficient, trial has to be repeated

de-mixed on its way through the production line. About 10 to 40 g samples were analysed for the homogeneity test. For carry-over the direct Microtracer method allows to increase the sample size to 500 to 1000 g. Thus very low detection limits for carry-over levels are achieved (below 1%). The pro-



DAS BEWÄHRTE CALCIUM-NATRIUM-PHOSPHAT FÜR DIE MODERNE FUTTERGESTALTUNG

P (total)	%	18,5
Ca	%	31,0
Na	%	5,5
Mg	%	1,3

RUCANA® ist schwach basisch bis neutral

- = hoher Ca-Gehalt bereits im Futterphosphat
- = Reduzierung des Carbonat-Anteils im Futter
- = verringerte Pufferkapazität des Futters
- = verbesserte Wirkung der Phytase
- = höhere Verfügbarkeit des Gesamt-Phosphors

PUFFERKAPAZITÄTEN VON BROILERFUTTER MIT VERSCHIEDENEN MINERALISCHEN PHOSPHATQUELLEN

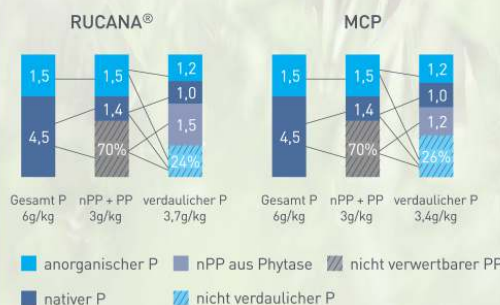
	Mineral P (g/kg)	Initial pH	Final pH	Adding mEq H per 10 g feed
RUCANA®	1,7	6,66	3	+ 5,20
DCP	1,7	6,78	3	+ 5,90
MCP	1,7	6,49	3	+ 6,30

(INRA 2012)



PRAXISVERSUCHE MIT BROILERN BELEGEN EINE HOHE VERFÜGBARKEIT DES GESAMT-PHOSPHORS IN DER FUTTERRATION

Verfügbare P (g/kg) in der Futtration mit mikrobieller und nativer Phytase bei Verwendung von:



Ergebnisse der Broilerversuche

scheinbare ileale P-Verdaulichkeit (%)	
RUCANA® + Phytase	100,0
MCP + Phytase	97,7
<small>(Kozłowski, Jeroch 2012)</small>	
ileale P-Verdaulichkeit (%)	
RUCANA® + Phytase	99,4
MCP + Phytase	100,0
<small>(INRA 2012)</small>	

8% HÖHERER GEHALT AN VERDAULICHEM GESAMT-PHOSPHOR BEIM EINSATZ VON RUCANA® IM BROILERFUTTER

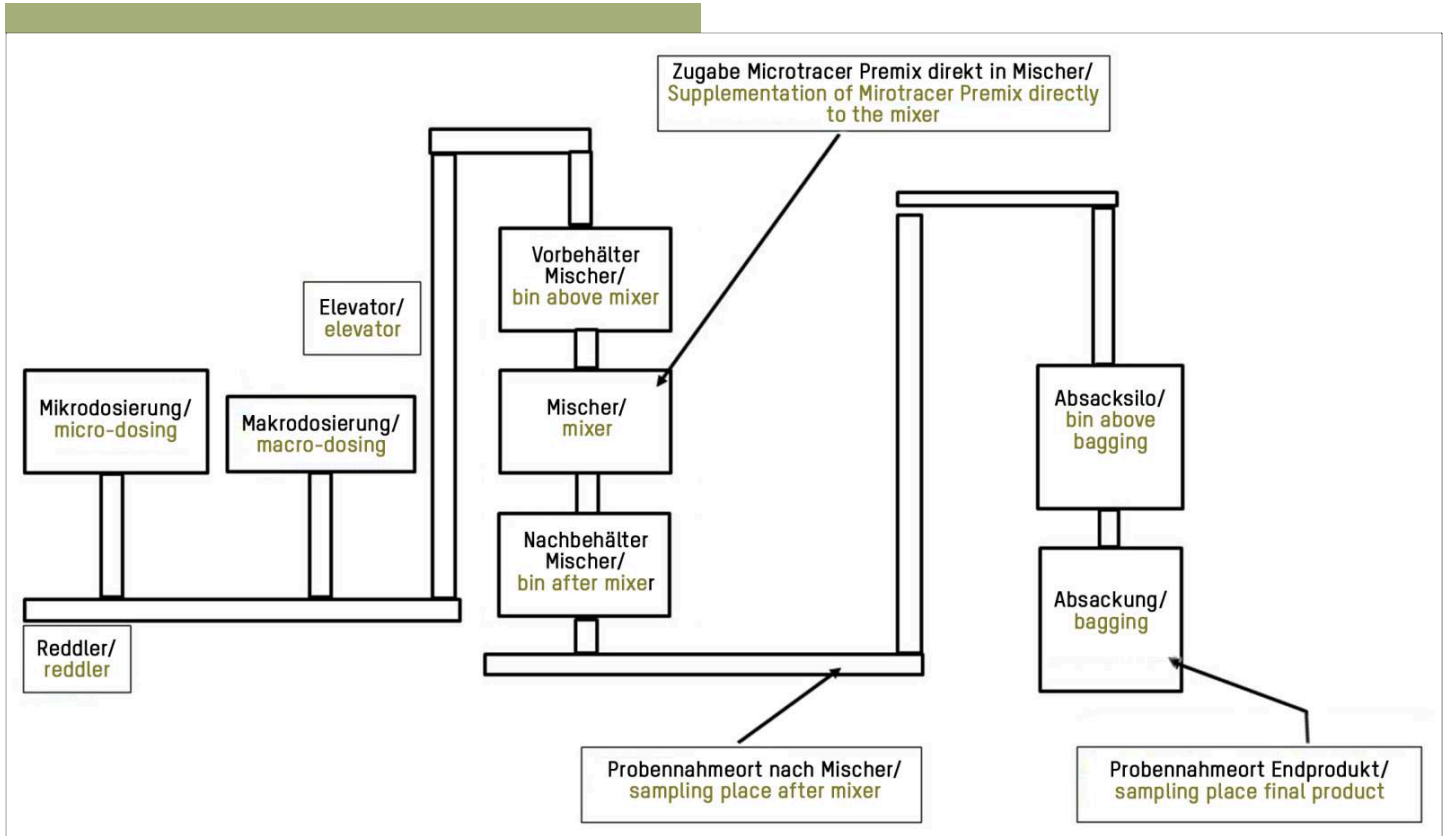


Figure 1: Schematic overview of production line.

Abbildung 1: Schematischer Überblick einer Produktionsanlage.

cedure is not possible for indirect tracers. Analysis of Cobalt and Manganese was performed via determination of concentration levels by Atomic Absorption Spectrometry with flame technique (FL-AAS). Methylviolet was analysed spectrophotometrically. For analysis of Microtracer FSS like the particles were separated from the feed sample with the so-called rotary detector[®]. They are identified with a developing solution of sodium carbonate on a filter paper, and afterwards counted by computer-controlled TraCo[®] software with a scanner. As this method is based upon particle counting the Poisson distribution had to be applied for statistical evaluation. Definitions for mixing uniformity were based on probability. In table 2 a comparison of the probability of Poisson distribution of Microtracer analysis and the coefficient of variation of Gauss distribution of the applied indirect tracers is given. Carry-over evaluation of installations is given in percent by dividing mean particle count/concentration of the second batch by mean particle count/concentration of the first batch and multiplication with 100. This calculation is the same for all tracers applied.

Results

The performance of Microtracer FSS lake was compared to five traditional tracers for evaluation of mixing accuracy and carry-over in different feed production installations. For the mixing uniformity trials the particle count respectively the concentration of the particle count of the indirect tracers at two sampling places "after mixer" and "final product" were analysed. A good mix was calculated for Microtracer FSS lake with a probability of 20 %, whereas for Cobalt a coefficient of variation of 5.6 % was found. That means the mixer did achieve a good mix. At the 2nd sampling place "final product" a good mix was shown with 5.9 % probability and a coefficient of variation of 7.3 %. Thus it was proven that the mix was not

ten auf Wahrscheinlichkeit. Übersicht 2 zeigt den Vergleich der Wahrscheinlichkeit der Poisson-Verteilung für die Microtracer-Analyse und den Variationskoeffizient der Gauss-Verteilung für die verwendeten indirekten Tracer. Die Bewertung des Carry-Over in den Anlagen wird in Prozent durch Division des Mittelwerts der Partikelzahl/Konzentration der zweiten Charge durch den Mittelwert der Partikelzahl/Konzentration der ersten Charge und Multiplikation mit 100 angegeben. Diese Berechnung wurde für alle Tracer angewendet.

Ergebnisse

Der Microtracer FSS-lake wurde mit fünf herkömmlichen Tracern zur Bewertung der Mischgenauigkeit und des Carry-Over in verschiedenen Futterwerken verglichen. In den Versuchen zur Beurteilung der Mischungshomogenität wurde die Partikelanzahl oder die Konzentration der Partikel der indirekten Tracer an zwei Probeentnahmestellen – „hinter dem Mischer“ und „Endprodukt“ – analysiert. Eine gute Mischung wurde für den Microtracer FSS-lake mit einer Wahrscheinlichkeit von 20 % berechnet, wohingegen für Kobalt ein Variationskoeffizient von 5,6 % festgestellt wurde. Das bedeutet, dass der Mischer eine gute Leistung erbracht hat. An der zweiten Probeentnahmestelle „Endprodukt“ ergab sich eine gute Mischung mit einer Wahrscheinlichkeit von 5,9 % und einem Variationskoeffizienten von 7,3 %. Dadurch wird bewiesen, dass sich das Futter während des Transports durch die Produktionslinie nicht entmischt hat. Der Microtracer FSS-lake und Kobalt haben sich als gleichermaßen geeignet für Messung der Mischungshomogenität erwiesen. Im zweiten Versuch betrug die berechnete Wahrscheinlichkeit für den Microtracer FSS-lake 22 % und der Variationskoeffizient für Mangan 5,5 %, was beides für eine gute Mischung steht. Der Microtracer FSS-lake und Mangan waren für die Messung der Mischungshomogenität gleichermaßen geeignet.

In einer vergleichenden Studie mit Methylviolett zeigte der Microtracer FSS-lake eine Wahrscheinlichkeit von 87 % gegenüber einem Variationskoeffizienten von 2,5 % für Methylviolett, beides Hinweise auf eine hervorragende Mischung.

Im vierten Versuch betrug die berechnete Wahrscheinlichkeit im Endprodukt für den Microtracer FSS-lake 99 %, während der Variationskoeffizient für Selen 2,3 % war, so dass beide eine hervorragende Mischung unter den gegebenen Bedingungen anzeigten und sich als gleichermaßen geeignet für die Bewertung der Mischungshomogenität erwiesen.

Unter den getesteten Mischungsbedingungen der Vergleichsstudie mit Oxytetracyclin betrug die Wahrscheinlichkeit für den Microtracer FSS-lake 50 %, was für eine ausgezeichnete Mischung steht. Der definierte Variationskoeffizient von 5,8 % für Oxytetracyclin entsprach einer guten Mischung der getesteten Produktionslinie. Abbildung 2 fasst alle Ergebnisse der Versuche zur Mischungshomogenität zusammen.

Darüber hinaus wurde in zwei Werken der Carry-Over bewertet (Co, Mn). Der Carry-Over für den Microtracer FSS-lake wurde auf 0,3 % berechnet und für Cobaltsulfat auf 0,4 % im Endprodukt. Der Carry-Over für den Microtracer FSS-lake wurde auf 12 % berechnet gegenüber 14 % für Manganoxid, von der Zugabe per Hand bis zur Probeentnahmestelle Endprodukt. Der Carry-Over war für den Microtracer sowie Kobalt/Mangan unter den jeweiligen Produktionsbedingungen und hinsichtlich der unterschiedlichen Probenvorbereitung und Analysemethoden vergleichbar. Fasst man alle Versuchsergebnisse zusammen, waren die Tracer Microtracer® FSS-lake, Kobalt, Mangan, Methylviolett, Selen und Oxytetracyclin gleichermaßen für die Messung der Mischungshomogenität geeignet. Hinsichtlich des Carry-Over wurden ähnliche Ergebnisse für den Microtracer® FSS-lake erzielt wie für Kobalt und Mangan. Die direkten externen Microtracer haben im Vergleich zu den indirekten Tracermethoden mehrere Vorteile mit Praxisrelevanz. Die Kontrolle der Mischungshomogenität kann sehr schnell und einfach vor Ort nach dreistündiger Schulung des Personals innerhalb eines Tages vorgenommen werden, während die indirekten Konzentrationsmessungen von Kobalt und Mangan ein entsprechend ausgestattetes Labor mit professioneller Unterstützung erfordern, wodurch die Ergebnisse erst mit Verzögerung vorliegen. Während Kobalt als toxisch angesehen wird und nicht im Futter verbleiben kann, sind Microtracer mit 99 % Eisen und 1 % Lebensmittelfarbe ungiftig. Die Verwendung reiner Farbstoffe wie Methylviolett hat den Nachteil, dass das Futter und die gesamte Produktionslinie erheblich verfärbt werden, was nach dem Test zu zusätzlichen Kosten für die Reinigung führt. Daher bleiben die relativen Kosten für die Analyse aufgrund der einfachen Methode, und da keine Einschränkungen hinsichtlich der Wiederverwendung des Futters bestehen, niedrig.

Schlussfolgerungen

Direkte „Microtracer“ sind im Vergleich zu herkömmlichen indirekten Tracern wie Kobalt, Mangan, Methylviolett, Selen oder Oxytetracyclin gleichermaßen gut geeignet für die Prüfung der Homogenität und des Carry-Over in Futtermittelwerken. Ihre Zudosierung zum Endfutter von 10 g/t ähnelt der von anderen Mikrokomponenten in Tierfutter. Aufgrund ihrer einfachen und schnellen Analyse, möglicherweise sogar vor Ort, ihrer Wirtschaftlichkeit und Flexibilität in Bezug auf die Probengröße haben Microtracer FSS-lake in der praktischen Anwendung eindeutige Vorteile. Durch Erhöhung der Probengröße können analysierte Carry-Over-Raten unter 1 % genau bestimmt werden. Das Testfutter kann ohne Einschränkungen verkauft werden.

europäische Länder, in denen Microtracer zugelassen sind: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Italien, Litauen, Norwegen, Österreich, Polen, Rumänien, Spanien, Schweden, Schweiz, die Niederlande

segregated during the transportation through the production line. Microtracer FSS lake and Cobalt were equally suitable for measuring mixing uniformity. In the second trial the calculated probability for Microtracer FSS lake was 22 %, and for Manganese the coefficient of variation was 5.5 %, which both resulted in a good mix. Microtracer FSS lake and Manganese were equally suitable for measuring mixing uniformity.

In a comparative trial with Methylviolet Microtracer FSS lake showed a probability of 87 %, versus a coefficient of variation of 2.5 % for Methylviolet, which both indicated an excellent mix. In the fourth trial the calculated probability in the final product for Microtracer FSS lake was 99 %, for Selenium the coefficient of variation was 2.3 %, so both revealed an excellent mix in the given set up and were equally suitable for evaluating mixing uniformity.

Under the tested mixing conditions of the Oxytetracycline comparative trial the probability for Microtracer FSS lake was 50 %, which is an excellent mix. The defined coefficient of variation of 5.8 % for Oxytetracycline corresponded with a good mix of the tested production line. Figure 2 summarizes all results of the mixing uniformity trials.

Additionally carry-over was evaluated in two settings (Co, Mn). The carry-over level for Microtracer FSS lake was calculated to 0.3 %, for Cobaltsulfate to 0.4 % in the final product. The carry-over level for Microtracer FSS lake was calculated to 12 % respectively versus 14 % for Manganese oxide from the handtipping system to the sampling point final product.

The carry-over level was comparable for both Microtracer or Cobalt/Manganese, in the respective production setting and regarding the different sample preparation and analytical methods. Taken all trial results together, the tracers Microtracer® FSS lake, Cobalt, Manganese, Methylviolet, Selenium and Oxytetracycline were equally suitable for the measurement of mixing uniformity. For carry-over levels similar results were found for Microtracer® FSS lake as for Cobalt or Manganese. The direct external Microtracers have several advantages over indirect tracer methods, with practical relevance. Control of mixing uniformity can be performed very fast and simple on-site within one day after 3 h training of personnel, whereas indirect concentration measurements of Cobalt and Manganese need an equipped laboratory with professional assistance which results in a delay of obtaining results. While Cobalt is to be considered to be toxic and cannot remain in the feed, Microtracers with 99 % iron and 1 % food colorant are not toxic. Using pure dyes as Methylviolet has the disadvantage that the feed and the whole production line is coloured to large extent which leads to extra costs for cleaning after the test trial. The relative cost for the analysis therefore remains low due to simple analysis and no limitations in re-use of the feed.

Conclusion

Direct “Microtracers” are equally suitable for testing homogeneity and carry-over in feed production plants when compared with traditional indirect tracers, i.e. Cobalt, Manganese, Methylviolet, Selenium or Oxytetracycline. Their addition rate to final feed of 10 g/t is similar to other micro-ingredients in animal feed. Due to their simple and fast analysis, possible on the spot, cost-effectiveness and flexibility with respect to sample size, Microtracers FSS-lake have definite advantages in their practical application. By increasing the sample size analysed carry-over levels below 1 % can be accurately determined. The test feed can be sold without any exceptions.

Note: European countries where Microtracers are permitted: Austria, Belgium, Bulgaria, Denmark, Finland, France, Germany, Italy, Lithuania, Norway, Poland, Romania, Spain, Sweden, Switzerland, The Netherlands