



Deutsch

Español

Français

Italiano

Português

Zusammenfassung

Resumen

Résumé

Riassunto

Resumo

Considerations on the use of microbial phytase

Zusammenfassung

Ziel des Dokuments „Betrachtungen zur Verwendung mikrobieller Phytase“ ist, eine objektive Studie zur Zugabe von Phytase zu Tierfutter vorzulegen. Dies ermöglicht eine Neueinschätzung der mikrobiellen Phytase im Hinblick auf die landwirtschaftliche Tierproduktion.

Funktionsweise von Phytase

In Tiernahrung enthaltener Phosphor wird zum Teil mit dem Kot ausgeschieden. Einen wichtigen Beitrag bildet hierbei der Anteil an Phytinsäure, der in pflanzlichen Futterstoffen vorkommt und 60 - 80 % des gesamten vorhandenen Phosphors bindet. An Phytat gebundener Phosphor kann von monogastrischen Nutztieren (Tieren mit einteiligem Magen) nicht verwertet werden, da diese nicht über ausreichend Darmenzyme zur effektiven Verdauung von Phytat verfügen.

Phytase ist ein Enzym, das an Phytat gebundenen Phosphor freisetzen und für monogastrische Tiere verfügbar machen kann. Kommerzielle Phytasen basieren auf verschiedenen genetisch veränderten mikrobiellen Zusammensetzungen mit unterschiedlicher Wirksamkeit und sind in verschiedenen physikalischen Formulierungen verfügbar. Obwohl das Zielsubstrat Phytat deutlich definiert ist, ist es in der Aleuronschicht (Silberhäutchen z. B. bei Weizen) oder im gesamten Kern (z. B. in Ölsaaten) sowie in seiner intrinsischen Konzentration in den verschiedenen pflanzlichen Futtermitteln in unterschiedlicher Form anzutreffen.

Dies führt je nach Lösbarkeit des pflanzlichen Stoffes im Verdauungstrakt zu unterschiedlichen Phytase-Reaktionen. In Untersuchungen an Schweinen und Hühnern wurde festgestellt, dass bei Schweinen der Magen und bei Hühnern der Kropf sowie der Drüsen- und Muskelmagen die Hauptorgane bei der Phytathydrolyse durch mikrobielle Phytase sind.

Phytasen sollten demzufolge in einem sauren Milieu aktivierbar sein, da Phytat in diesem pH-Bereich lösbar und von der Phytase abbaubar ist. Aufgrund der nichtlinearen Reaktion von Phytase auf die P-Freisetzung und der erheblichen Differenzen des intrinsischen Phytat-Gehalts in pflanzlichen Futtermitteln sind weiterhin Fragen bezüglich des Phosphorausgleichs durch Phytase zu klären.

Wirksamkeit der mikrobiellen Phytase

Seit 1990 wurden zahlreiche Experimente mit mikrobieller Phytase durchgeführt, bei denen durch Zugabe von Phytase nachweislich die Phytat-Phosphor-Verwertung von Futtermitteln durch Schweine und Geflügel verbessert werden konnte. Doch selbst heute ist der Phosphorausgleich von Phytase noch nicht klar definiert, was jedoch eine wichtige Voraussetzung für die Futtermittelzusammenstellung ist. Dies gilt speziell für pflanzliche Futterstoffe wie Weizen oder Gerste mit einer hohen endogenen Phytase-Aktivität.

Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass die absolute Menge an Phosphor, die vom Tier verwertet wird, durch die Beigabe von Phytase niedriger ist als bei anorganischen Futterphosphaten. So lässt sich zum Teil die Beobachtung erklären, dass Phytase bei der Wiederherstellung von Knochenparametern weniger effizient ist.

Nicht-Phosphor-Effekte der Phytase

Tierversuche deuten an, dass die Phytase mehr Vorteile bietet als rein die Freisetzung von Phosphor. Aufgrund der negativen Ladung kann das Phytat-Molekül Proteine binden und damit ihre Verdaulichkeit erschweren. Der Phytase-Zusatz verbessert somit auch die Verdauung von Aminosäure.

Untersuchungen hinsichtlich der verbesserten Eiweißverwertung haben jedoch zu widersprüchlichen Ergebnissen geführt. Es scheint, dass hinreichend wissenschaftlich basierte Beweise, die zur Berechnung der Aminosäurewerte von Phytase erforderlich wären, spärlich und wenig überzeugend sind.

Eine Verbesserung der Eiweißverdaulichkeit sollte sich im Normalfall in einer verbesserten tierischen Leistung widerspiegeln. Die Analyse von Wachstumsreaktionen oder der Futterverwertung wäre normalerweise die einfachste Methode, um die Wirksamkeit von Phytase hinsichtlich der Verbesserung der Eiweißausschöpfung zu bewerten.

Literaturstudien zeigen jedoch, dass Verbesserungen in der Gewichtszunahme oder der Futterverwertung variieren und nicht immer auftreten, wenn dem Futter Phytase hinzugefügt wurde.

Technologische und umwelttechnische Einschränkungen

Enzyme, einschließlich Phytase, sind Eiweiße, die negativ auf Umwelteinflüsse wie Wärme und Feuchtigkeit reagieren. Herkömmliche Verarbeitungsbedingungen, wie beispielsweise die Pelletierung, verschlechtern die Rückgewinnung und die Aktivität von Enzymen.

Enzymhersteller haben aus diesem Grund andere Verfahren entwickelt, um stabilere Formen zu erzeugen, die den Bearbeitungs- und Lagerbedingungen stand halten. Beispiele dieser Entwicklungen sind die Verwendung von granulierten oder beschichteten Phytasen oder die flüssige Zugabe von Phytase nach der Pelletierung.

Obwohl beschichtete Phytasen stabiler sind, senken hohe Temperaturen bei der Pelletierung die Phytase-Aktivität dennoch erheblich. Dieses Problem wird durch die Zugabe von flüssiger Phytase nach der Pelletierung behoben, wobei jedoch weitere Einschränkungen existieren. Die exakt dosierte Besprühung der Pellets mit dem Zusatzstoff spielt speziell bei Futtermitteln für junge und kleine Tiere eine extrem wichtige Rolle. Die pneumatische Verarbeitung der behandelten Pellets führt zu einer deutlichen Senkung der Phytase-Aktivität. Darüber hinaus können im Sommer hohe Silotemperaturen die Phytase-Aktivität erheblich herabsetzen.

Phytase in der Anwendung als Futtermittelzusatz hat gezeigt, dass das Enzym die Gesamtmenge an Phosphor im Gülle reduzieren kann. Phytase kann jedoch auch die Form der P-Ausscheidung beeinflussen und somit zu potentiell P-Mangel in Böden führen. Verschiedene Versuche haben gezeigt, dass der Gülle von Hühnern, die mit Phytase gefüttert wurden, mehr löslichen Phosphor enthielt, als der Gülle von Hühnern, die Kontrollfutter erhalten haben. Diese höhere P-Löslichkeit kann zu einem überhöhten Phosphorgehalt in Gewässern und dadurch zu einer Eutrophierung (Nährstoffanreicherung) führen.

Schlussfolgerungen

Die Fähigkeit von Phytase, an Phytat gebundenen Phosphor für monogastrische Nutztiere verfügbar zu machen ist allseits bekannt und wird weitläufig akzeptiert. Obwohl die Verwendung von Phytase in verschiedenster Form zu einem Standardzusatz in Futtermitteln für monogastrische Nutztiere geworden ist, ist dennoch zu berücksichtigen, dass sein Nährwert hinsichtlich der Phosphoraufnahme sowie der Verdaulichkeit von Aminosäure und Eiweiß begrenzt ist.

Die Werte sind nicht definiert und die Ergebnisse inkonsistent. Bedingt aussagekräftige und spärliche Ergebnisse hinsichtlich der Verbesserung tierischer Leistungen liefern keinen aussagekräftigen Beweis für eine tatsächlich verbesserte Verdaulichkeit von Aminosäure.

Darüber hinaus fällt es aufgrund der intrinsischen Unterschiede bei den Phytat-Mengen in pflanzlichen Stoffen schwer, einen bestimmten Phosphorausgleichswert für Phytase festzulegen. Durch Phytase freigesetztes P unterstützt nachweislich die maximale Knochenstärke nicht im gleichen Maß wie anorganische Phosphatquellen. Allem voran reagieren Enzyme wie Phytase empfindlich auf die rauen Verarbeitungsbedingungen während des Pelletierungsprozesses und der Lagerung, woraus sich unvermeidlich Verluste bei der Enzymaktivität ergeben. Die Folge ist eine deutlich sinkende Phytase-Leistung hinsichtlich der Freisetzung der für das Tier erforderlichen Phosphormenge.

All diese Faktoren sorgen für eine recht unterschiedliche Verfügbarkeit von Phosphor in pflanzlichen Futtermitteln mit Phytase-Zusatz. Da die Phosphorverfügbarkeit in einem Futtermittel ein wichtiger Faktor für die optimale Tierproduktion ist, sollte der Wert mikrobieller Phytase nicht überschätzt werden. Eine Überschätzung des möglichen Phosphorausgleichs kann ernsthafte wirtschaftliche Folgen haben.

La finalidad última de este documento, "Algunas consideraciones sobre el uso de fitasas microbianas", es proporcionar un análisis objetivo del uso de la fitasa en la alimentación animal que permita a los agentes implicados en la producción animal evaluar la utilidad de la fitasa microbiana.

Funcionamiento de la fitasa

El fósforo que consumen los animales se excreta en parte a través de las heces. Una de las principales fuentes de este elemento es el ácido fítico, que se encuentra en los alimentos vegetales y que proporciona entre un 60% y un 80% de todo el fósforo presente en ellos. El fósforo ligado al fitato no está disponible para los animales monogástricos, que no poseen suficientes enzimas intestinales para digerir el fitato de manera eficaz.

La fitasa es un enzima capaz de liberar el fósforo ligado al fitato y convertirlo en fósforo disponible para los animales monogástricos. Las fitasas comerciales están basadas en diversas cepas microbianas modificadas genéticamente, con diferentes niveles de eficacia, y están disponibles en varias formulaciones físicas.

Aunque el sustrato objetivo, el fitato, está bien definido, su presencia en la capa de aleurona (por ejemplo, en el trigo) o a través de la semilla (como en las oleaginosas), así como su concentración intrínseca en los diversos alimentos vegetales, es variable, lo que implica una respuesta a la fitasa diferente en función de la capacidad del alimento vegetal para solubilizarse en el medio intestinal. El estómago (en los cerdos) y el buche y la molleja o proventrículo (en los pollos) son los principales lugares en los que la fitasa microbiana hidroliza el fitato.

Por ello, la fitasa debería poder actuar en condiciones ácidas, pues el fitato es soluble a este nivel de pH y la fitasa puede atacarlo. Como consecuencia de la respuesta no lineal de la fitasa en la liberación de fósforo y de las considerables diferencias en el contenido intrínseco de fitato en los alimentos vegetales, quedan aún varios interrogantes acerca del valor equivalente de fósforo que presenta la fitasa.

Eficacia de la fitasa microbiana

Desde 1990 se han llevado a cabo numerosos experimentos con fitasa microbiana que prueban que ésta mejora el uso del fósforo del fitato tanto en el régimen alimentario porcino como en el avícola. Sin embargo, aún no se han determinado con precisión las equivalencias de fósforo de la fitasa, lo que constituye, evidentemente, un prerrequisito para la formulación de regímenes alimentarios, especialmente en el caso de vegetales como el trigo y la cebada, que presentan niveles de actividad elevados de fitasa endógena.

Asimismo, se ha demostrado que la cantidad absoluta de fósforo retenida por los animales que reciben suplementos de fitasa es inferior a la de los regímenes alimentarios suplementados con fosfatos inorgánicos, lo que en parte podría explicar el hecho de que la fitasa sea menos eficaz en la restauración de los parámetros óseos.

Efectos de la fitasa no relacionados con el fósforo

Varios experimentos con animales sugieren que las ventajas de la fitasa van más allá de la liberación de fósforo. Gracias a sus cargas negativas, la molécula de fitato puede unir proteínas, lo que las hace menos digeribles. Éste es el motivo por el que el uso de suplementos de fitasa va asociado a un aumento de la digestión de los aminoácidos.

Sin embargo, las investigaciones sobre el uso optimizado de proteínas ofrecen resultados contradictorios. La evidencia científica necesaria para calcular los valores de aminoácidos para la fitasa es escasa y no resulta concluyente.

Cualquier mejora de la digestibilidad de las proteínas debería traducirse, normalmente, en un aumento del rendimiento animal. El uso de respuestas de crecimiento o de la conversión alimentaria debería ser el método más directo para evaluar la eficacia de la fitasa en la mejora del uso de las proteínas, pero la documentación científica disponible indica que las mejoras en ganancia de peso o en eficacia alimentaria son variables y no siempre se producen gracias al empleo de suplementos de fitasa.

Limitaciones tecnológicas y ambientales

Los enzimas, incluida la fitasa, son proteínas susceptibles de degradarse a causa de factores ambientales como el calor y la humedad. Las condiciones de procesamiento normales, como la granulación, tienen un efecto negativo sobre la recuperación y la actividad enzimáticas.

Por ello, los productores de enzimas han desarrollado diversas estrategias con el fin de obtener un compuesto más estable que soporte las condiciones de procesamiento y almacenaje, como el uso de fitasa granulada o recubierta y la aplicación de fitasa líquida tras la granulación.

Sin embargo, aunque la fitasa recubierta es más estable, las elevadas temperaturas del proceso de granulación reducen significativamente su actividad. Este problema puede solucionarse mediante la aplicación de fitasa líquida después de la granulación, aunque sigue habiendo otras limitaciones. Resulta fundamental pulverizar adecuadamente el aditivo sobre los gránulos, en especial en el caso de animales jóvenes y pequeños. La manipulación mediante sistemas neumáticos de los gránulos tratados provoca importantes pérdidas de actividad de la fitasa. Por otro lado, las altísimas temperaturas que se registran en los silos durante el verano pueden ocasionar también una importante reducción de dicha actividad.

La adición de fitasa en la alimentación ha demostrado que la fitasa es capaz de reducir el nivel total de fósforo en las heces. Sin embargo, la fitasa también puede modificar la forma del fósforo que se excreta a través de las heces y reducir el nivel de fósforo edáfico. Varios estudios indican que las heces procedentes de pollos alimentados con fitasa contienen más fósforo soluble que las de pollos sujetos a un régimen alimentario de control. Esta mayor solubilidad del fósforo puede traducirse en un exceso de fósforo en los cursos de agua, lo que ocasionaría eutrofización.

Conclusiones

La capacidad de la fitasa para convertir el fósforo del fitato en fósforo disponible para los animales monogástricos es bien conocida y ampliamente aceptada. Sin embargo, aunque el uso de fitasa se ha convertido en muchos casos en una práctica estándar en los regímenes de los animales monogástricos, debe tenerse en cuenta que su contribución nutricional en términos de aporte de fósforo y digestibilidad energética y de aminoácidos es limitada, pues los valores no están definidos y los resultados son contradictorios.

Las mejoras de rendimiento animal son escasas y limitadas y no permiten demostrar claramente un hipotético aumento de la digestibilidad de los aminoácidos. Además, las diferencias intrínsecas entre los niveles de fitato en los vegetales dificultan la asignación de un valor equivalente de fósforo específico para la fitasa. Existen pruebas de que el fósforo liberado por la fitasa no ofrece el mismo grado de resistencia ósea que las fuentes de fosfato inorgánicas.

Por encima de cualquier otra consideración, cabe destacar que enzimas como la fitasa se ven afectadas negativamente por las duras condiciones de procesamiento durante la granulación, así como por las condiciones de almacenaje. Esto provoca una inevitable reducción de la actividad enzimática, que a su vez reduce de forma significativa la capacidad de la fitasa para satisfacer las necesidades de fósforo de los animales.

Debido a todos estos factores, la disponibilidad de fósforo en los alimentos vegetales con suplemento de fitasa es bastante variable. Dado que el conocimiento de la disponibilidad de fósforo en la alimentación es un factor crítico para una óptima producción animal, es muy importante no sobrestimar el valor de la fitasa microbiana, ya que la sobrestimación del valor equivalente de fósforo disponible puede tener importantes consecuencias económicas.

Le but global du présent document, "Considérations concernant l'utilisation de phytases microbiennes", est de présenter une étude objective de l'utilisation de la phytase dans l'alimentation animale. Ceci permettra aux personnes intéressées par la production animale, de passer en revue la valeur de la phytase microbienne.

Fonctionnement de la phytase

Le phosphore consommé par des animaux est excrété en partie dans le lisier. La principale contribution est due à la teneur en acide phytique, qui se trouve dans les matières premières végétales et lie 60 à 80% du phosphore total présent. Le phosphore lié par le phytate n'est pas disponible pour les animaux monogastriques, qui ne disposent pas des enzymes intestinales nécessaires pour digérer efficacement le phytate.

La phytase est une enzyme capable de libérer le phosphore lié par le phytate et de le rendre disponible pour les animaux monogastriques. Les phytases du commerce sont à base de différentes souches microbiennes génétiquement modifiées, ce qui implique des efficacités différentes, et elles sont disponibles sous la forme de différentes formulations physiques.

Bien que le substrat cible, le phytate, soit bien défini, son incidence dans la couche aleuronique (p. ex. dans le blé) ou dans tout le noyau (p. ex. dans les graines oléagineuses) et sa concentration intrinsèque dans les différents matières premières végétales varient. Ceci se traduit par une réponse différente de la phytase selon la capacité de la matière végétale à se dissoudre dans l'environnement intestinal. L'estomac (porcs) ainsi que le jabot et le gésier/proventricule (volaille) ont été identifiés comme étant le site principal de l'hydrolyse du phytate par la phytase microbienne.

Par conséquent, la phytase devrait pouvoir agir en conditions acides car le phytate est soluble dans cette plage de pH et est susceptible d'être attaqué par la phytase. Du fait de la réponse non linéaire de la phytase en ce qui concerne la libération de P et des différences considérables en ce qui concerne la teneur en phytate intrinsèque des matières premières végétales, il subsiste des incertitudes quant à la valeur d'équivalence en phosphore de la phytase.

Efficacité de la phytase microbienne

Depuis 1990, un grand nombre d'expériences, réalisées avec la phytase microbienne, ont montré que la phytase améliore l'utilisation du phosphore du phytate dans les aliments porcs et volailles. Mais, même aujourd'hui, les équivalences en phosphore de la phytase ne sont toujours pas clairement définies. Ce qui, bien entendu, est une condition préalable à la formulation d'un aliment. Ceci est notamment le cas avec des matières premières végétales tels que le blé ou l'orge, qui contiennent de hauts niveaux d'activité de phytase endogène.

On a également démontré que la quantité absolue de phosphore retenue par l'animal avec une supplémentation en phytase est inférieure à celle fournie par les phosphates alimentaires inorganiques. Ceci peut expliquer en partie l'observation selon laquelle la phytase est moins efficace en termes de restauration des paramètres osseux.

Effets de la phytase autres que sur le phosphore

Les essais chez l'animal suggèrent que les avantages de la phytase peuvent aller au-delà de la simple libération de phosphore. A cause de ses charges négatives, la molécule de phytate est capable de lier des protéines, ce qui les rend moins digestibles.

Par conséquent, la supplémentation en phytase est également associée à une digestion accrue des acides aminés. Toutefois, les recherches concernant l'amélioration de l'utilisation des protéines donnent des résultats contradictoires. Il semble que les preuves scientifiques suffisantes, nécessaires pour calculer des valeurs d'acides aminés pour la phytase, soient rares et peu conclusives.

Une éventuelle amélioration de la digestibilité des protéines devrait normalement se traduire par des améliorations des performances des animaux. L'utilisation des réponses de croissance ou de la conversion de l'aliment serait normalement la méthode la plus simple pour évaluer l'efficacité de la phytase en termes d'amélioration de l'utilisation des

protéines. Toutefois, les études publiées dans la littérature montrent que les améliorations en termes de gain de poids ou de rendement de l'aliment sont variables et qu'elles n'apparaissent pas toujours lorsque de la phytase est ajoutée à l'alimentation.

Contraintes technologiques et environnementales

Les enzymes, y compris la phytase, sont des protéines qui sont sensibles à la dégradation par des facteurs environnementaux tels que la chaleur et l'humidité. Des conditions de traitement normales telles que la granulation ont un effet négatif sur le taux de récupération des enzymes et sur l'activité enzymatique.

C'est pourquoi les producteurs d'enzymes ont développé différents concepts afin de créer un composé plus stable, capable de résister aux conditions de transformation et de stockage. L'utilisation de phytase granulée ou enrobée ou l'application d'une post-granulation de phytase liquide sont des exemples de tels développements.

Toutefois, bien que les phytases enrobées soient plus stables, des températures de granulation élevées se traduisent toujours par des pertes significatives de l'activité de la phytase. Ce problème est pallié par le sprayage de phytase liquide, mais il existe d'autres contraintes. Une pulvérisation précise de l'additif sur les granulés est cruciale, en tout cas pour les animaux jeunes et de petite taille. La manutention pneumatique des granulés traités se traduit par des pertes significatives de l'activité de la phytase. De plus, en été, des températures extrêmes dans les silos peuvent se traduire par des pertes significatives de l'activité de la phytase.

L'ajout de phytase dans l'aliment a montré que la phytase permet de réduire les taux de phosphore total dans le lisier. Toutefois, la phytase peut également avoir un impact sur la forme de P excrété dans le lisier et la perte de P potentielle dans les sols. Plusieurs essais ont mis en évidence le fait que le lisier de volailles recevant de la phytase contenait plus de phosphore soluble que le lisier de volailles recevant des aliments de contrôle. Cette plus grande solubilité du P peut avoir pour conséquence le déversement dans les cours d'eau d'un excès de phosphore provoquant une eutrophisation.

Conclusions

La capacité de la phytase à rendre le phosphore lié au phytate disponible pour les animaux monogastriques est bien connue et largement admise. Cependant, bien que l'utilisation de la phytase soit devenue à bien des égards une pratique standard dans l'alimentation des animaux monogastriques, il est à noter que sa contribution nutritionnelle en termes de phosphore ainsi que d'acides aminés et de digestibilité de l'énergie est limitée ; les valeurs ne sont pas définies et les résultats sont inconsistants.

Les résultats limités et rares en ce qui concerne l'amélioration des performances des animaux ne corroborent pas de manière conclusive les revendications d'une digestibilité des acides aminés améliorée. En outre, les différences intrinsèques entre les taux de phytate dans les matières premières végétales font qu'il est difficile de fixer une valeur d'équivalence en phosphore spécifique pour la phytase. On dispose de preuves montrant que le P libéré par la phytase ne favorise pas la solidité osseuse maximale autant que les sources de phosphate inorganique.

Surtout, les enzymes telles que la phytase sont sensibles aux conditions de traitement sévères pendant le processus de granulation ainsi que pendant le stockage, ce qui se traduit par des pertes inévitables d'activité enzymatique et influe significativement sur la capacité de la phytase à satisfaire les besoins en P des animaux.

Tous ces facteurs font que la disponibilité du phosphore provenant des matières premières végétales supplémentées en phytase est très variable. Dans la mesure où la connaissance de la disponibilité du phosphore dans l'aliment est critique pour une production animale optimale, il convient de veiller à ne pas surestimer la valeur de la phytase microbienne. Une surestimation de l'équivalence en phosphore disponible pourrait avoir des conséquences économiques sérieuses.

Lo scopo generale del presente documento, intitolato "Considerazioni sull'uso delle fitasi microbiche", è quello di fornire uno studio oggettivo sull'uso della fitasi nell'alimentazione animale. Ciò dovrebbe consentire a chi opera nel settore della produzione animale di rivalutare l'importanza della fitasi microbica.

Processo della fitasi

Il fosforo consumato dagli animali viene parzialmente espulso nel letame. Un elemento importante in ciò è l'acido fitico, riscontrato in sostanze alimentari vegetali e che lega il 60-80% del fosforo presente. Il fosforo legato al fitato non è presente nell'organismo degli animali monogastrici, che hanno una quantità insufficiente di enzimi intestinali per digerire il fitato.

La fitasi è un enzima capace di rilasciare il fosforo legato al fitato, rendendolo così disponibile per gli animali monogastrici. Le fitasi reperibili in commercio si basano su vari ceppi microbici geneticamente modificati, dagli effetti diversificati e disponibili in varie formule fisiche. Benché il substrato di destinazione, il fitato, sia ben definito, la sua presenza nello strato di aleurone (ad esempio, nel frumento) o all'interno del nucleo (ad esempio, nei semi oleiferi) e la sua concentrazione intrinseca nelle varie sostanze alimentari vegetali differiscono.

Di conseguenza, si ha una diversa risposta nella fitasi, che dipende dalla capacità della sostanza vegetale di essere più o meno solubile nell'intestino. Alcune analisi hanno accertato che lo stomaco (nei maiali) e il gozzo e il complesso ventriglio-proventriglio (nei polli) sono i punti in cui maggiore è l'azione dell'idrolisi provocata dalla fitasi microbica.

Sarebbe pertanto opportuno che la fitasi potesse agire in un ambiente acido, essendo il fitato solubile a tali livelli di pH e sensibile agli attacchi della fitasi. A causa della risposta non lineare della fitasi sul rilascio di fosforo e delle notevoli differenze di contenuto di fitato intrinseco nelle sostanze alimentari vegetali, esistono tuttora dei dubbi irrisolti in relazione al valore di equivalenza di fosforo nella fitasi.

Efficacia della fitasi microbica

A partire dal 1990, sono stati condotti numerosi esperimenti con la fitasi microbica dai quali è risultato che la fitasi migliora l'utilizzo del fosforo fitato nelle diete sia dei maiali che dei polli. Tuttavia, non è stato ancora possibile definire chiaramente le equivalenze di fosforo della fitasi, prerequisito necessario alla formulazione delle diete.

Ciò è valido in particolare per quegli alimenti vegetali, come il frumento o l'orzo, caratterizzati da elevate quantità di attività fitasiche endogene. È stato inoltre dimostrato che la quantità assoluta di fosforo trattenuta dall'animale nutrito con integrazione fitasica è inferiore rispetto ai casi di fosfati alimentari inorganici. Ciò spiega in parte il fatto che la fitasi è meno efficiente nel ripristino dei parametri ossei.

Altri effetti della fitasi

Alcune prove su animali fanno pensare che i benefici della fitasi potrebbero non limitarsi esclusivamente al rilascio di fosforo. Grazie alla sua carica negativa, la molecola del fitato può legare le proteine, rendendole meno digeribili.

L'integrazione di fitasi viene pertanto associata anche a un aumento dell'attività digestiva degli aminoacidi. Tuttavia, le ricerche condotte su un maggiore utilizzo di proteine hanno dato esito a risultati contraddittori. Apparentemente, infatti, non esistono prove scientifiche sufficientemente numerose e significative relative al calcolo dei valori aminoacidi per la fitasi. In genere, una maggiore digeribilità delle proteine si traduce in una maggiore resa dell'animale esaminato.

Solitamente l'utilizzo di risposte auxometriche o dell'utilizzazione del foraggio rappresenta il metodo più diretto per valutare l'efficacia della fitasi per l'incremento nell'utilizzo delle proteine. Alcuni studi dimostrano tuttavia che l'aumento di peso o il miglioramento nella resa del foraggio sono variabili e non avvengono necessariamente ogni volta che alle diete viene aggiunta la fitasi.

Limiti tecnologici e ambientali

Gli enzimi, fitasi comprese, sono proteine suscettibili di degradazione provocata da fattori ambientali quali il caldo e l'umidità. Le normali condizioni di lavorazione, quali il pelleting, possono avere un effetto negativo sulla rigenerazione e sull'attività enzimatica. I produttori di enzimi hanno pertanto sviluppato diverse idee che consentono di creare un composto più stabile e resistente alla lavorazione e all'immagazzinamento.

Alcuni esempi di questi sviluppi sono l'uso di fitasi granulata o rivestita o l'applicazione post-pelleting di fitasi liquida. Tuttavia, benché le fitasi rivestite siano più stabili, le elevate temperature di pelleting provocano ancora delle sensibili perdite nell'attività fitasica. Questo problema può essere aggirato con l'applicazione post-pelleting di fitasi liquida, ma permangono comunque altri tipi di limiti.

Può essere molto utile spruzzare accuratamente dell'additivo sui pellet, specialmente nel caso di animali giovani e piccoli. Il maneggio pneumatico dei pellet trattati provoca delle sensibili perdite nell'attività fitasica. Inoltre, nel periodo estivo, anche le elevate temperature di stoccaggio possono provocare sensibili perdite nell'attività fitasica.

L'integrazione alimentare della fitasi ha dimostrato che quest'ultima è in grado di ridurre i livelli complessivi di fosforo presente nel letame. Tuttavia, la fitasi può influire anche sulla forma del fosforo espulso nel letame e sull'eventuale calo di fosforo presente nel suolo. Varie prove hanno evidenziato il fatto che il letame di polli nutriti con fitasi contiene più fosforo solubile rispetto a quello di polli nutriti con diete controllate. La maggiore solubilità del fosforo può provocare un'eccessiva infiltrazione di fosforo nei corsi d'acqua, con conseguente eutrofizzazione.

Conclusioni

È diffusamente nota e accettata la capacità della fitasi di rendere il fosforo legato al fitato accessibile agli animali monogastrici. Tuttavia, sebbene l'uso di fitasi sia diventato ormai la prassi nelle diete di questi animali, occorre rilevare come il suo contributo nutritivo in termini di fosforo e di digeribilità degli aminoacidi sia limitato; i valori non sono ben definiti e gli esiti non sono coerenti.

I risultati, limitati e scarsi, relativi ai progressi in termini di resa dell'animale non forniscono una conferma precisa riguardo alla digeribilità degli aminoacidi. Inoltre, le differenze intrinseche tra i livelli di fitato nelle sostanze vegetali rendono difficile poter assegnare un valore specifico di equivalenza del fosforo per la fitasi.

Esistono prove concrete del fatto che il fosforo liberato della fitasi non fornisca la stessa massima resistenza ossea delle sostanze fosfatiche inorganiche. In particolare, gli enzimi come la fitasi sono molto sensibili alle severe condizioni di lavorazione che caratterizzano il processo di pelleting o di immagazzinamento; ciò provoca delle sensibili perdite nell'attività enzimatica, che compromettono notevolmente la capacità della fitasi di coprire le esigenze di fosfato dell'animale.

Tutti questi fattori rendono alquanto mutevole l'effettiva disponibilità di fosforo ricavabile dalle sostanze alimentari vegetali integrate con fitasi. Pertanto, essendo abbastanza incerta la disponibilità di fosforo in questo tipo di dieta ai fini di una ottimizzazione della produzione animale, si consiglia di non sovrastimare l'apporto della fitasi microbica in tal senso. Una sovrastima dell'equivalenza di fosforo disponibile potrebbe comportare, infatti, gravi implicazioni di natura economica.

Resumo

O objectivo do presente documento, "Algumas considerações sobre a utilização de fitases microbianas", é fornecer uma análise objectiva sobre a utilização da fitase na alimentação animal permitindo, a todos os que se encontram envolvidos neste sector, avaliar melhor o valor nutricional da fitase microbiana.

O funcionamento da fitase

O fósforo consumido pelos animais é parcialmente excretado. Grande parte desta excreção resulta dos níveis de ácido fítico, que se encontra nas matérias primas de origem vegetal, e que proporciona 60-80% do fósforo total presente no estrume. O fósforo ligado ao fitato não se encontra disponível para os animais monogástricos, visto que estes não possuem enzimas intestinais específicas que permitam digerir o fitato de forma eficaz.

A fitase é uma enzima que, ao libertar o fósforo ligado aos fitatos, o torna disponível aos animais monogástricos. As fitases comerciais baseiam-se em diferentes estirpes de microrganismos geneticamente modificados, que implicam eficácias diferentes; e encontram-se disponíveis em diferentes formulações.

Apesar de o substrato alvo, o fitato, ser bem definido, a sua ocorrência na camada de aleurona (p. ex. do trigo) ou em todo o endospermo (p. ex. em sementes oleaginosas), bem como a diferença da sua concentração intrínseca nos diferentes materiais vegetais que entram na composição dos alimentos para animais, resulta em diferentes respostas à fitase, dependendo da capacidade do material vegetal se solubilizar no ambiente intestinal. O estômago (suínos) e o papo, moela ou proventrículo (frangos) foram identificados como os principais locais de hidrólise do fitato pela fitase microbiana.

Assim, a fitase deveria ser activa em condições ácidas, uma vez que o fitato é solúvel a este nível de pH e é susceptível ao ataque da fitase. Devido à resposta não linear da fitase quanto à libertação de P, bem como às diferenças consideráveis existentes no conteúdo intrínseco de fitato nas matérias primas vegetais dos alimentos para animais, há ainda questões por resolver no que respeita ao valor da fitase quanto à sua equivalência de fósforo.

Eficácia da fitase microbiana

Desde 1990 que muitas experiências têm sido conduzidas com fitase microbiana, nas quais se demonstrou que a fitase melhorava a utilização do fósforo ligado ao fitato, tanto em suínos como em aves. Porém, ainda hoje se encontram por definir com exactidão as equivalências de fósforo da fitase. O que, evidentemente, é um pré-requisito para a formulação das rações para animais, como o trigo ou a cevada, que contêm níveis elevados de actividade de fitase endógena.

Foi também demonstrado que a quantidade absoluta de fósforo retido pelo animal suplementado com fitase é inferior àquele no caso de fosfatos inorgânicos incorporados nas rações para animais. Isto pode, em parte, explicar a observação de que a fitase é menos eficiente no que respeita à regeneração de parâmetros ósseos.

Efeitos da fitase quanto a outros parâmetros que não o fósforo

Ensaio animal sugerem que os benefícios da fitase podem ir para além da simples libertação do fósforo. Devido às suas cargas negativas, a molécula de fitato pode ligar proteínas, tornando-as mais difíceis de digerir. A suplementação com fitase está, assim, igualmente associada a um aumento da digestão de aminoácidos. No entanto, as pesquisas sobre utilização melhorada de proteínas apresentam resultados contraditórios.

As evidências de base científica necessárias para calcular valores de aminoácidos em relação à fitase são ainda escassas e inconclusivas. Qualquer melhoria na digestão de proteínas deverá, normalmente, reflectir-se em melhorias da performance animal.

A utilização das respostas de crescimento ou da conversão da ração seria, normalmente, o método mais directo de avaliar a eficácia da fitase na

melhoria da utilização de proteínas. Porém, estudos bibliográficos demonstram que as melhorias ao nível do aumento de peso ou da eficiência da ração são variáveis e nem sempre ocorrem quando a fitase foi adicionada às dietas.

Restrições tecnológicas e ambientais

As enzimas, incluindo a fitase, são proteínas susceptíveis a degradação por factores ambientais como o calor ou a humidade. As condições normais de processamento, tais como as que são empregues no fabrico de granulados, têm um efeito negativo sobre a recuperação da enzima e a sua actividade.

Desta forma, os produtores de enzimas desenvolveram diferentes conceitos com o objectivo de criar um composto mais estável e que resista às condições de fabrico e armazenamento. A utilização de fitase granulada ou coberta ou a sua aplicação líquida numa fase pós-produção dos granulados, são exemplos desse tipo de desenvolvimentos. Porém, apesar de as fitases cobertas serem mais estáveis, as temperaturas elevadas do processo de fabrico dos granulados resultam ainda em perdas significativas na actividade da mesma. Este problema é ultrapassado pela aplicação de fitase líquida após o fabrico dos granulados, mas existem outras restrições.

Uma boa pulverização do aditivo sobre os granulados é crucial, sobre tudo no caso de animais jovens. O manuseamento pneumático dos granulados tratados resulta em perdas significativas na actividade da fitase. Além disso, durante o Verão, as temperaturas extremas dos silos podem causar perdas significativas na actividade da enzima.

A adição da fitase na dieta demonstrou que a enzima causa uma redução dos níveis de fósforo total do estrume. Porém, a fitase pode também ter um impacto sobre a forma do P excretado e sobre a potencial perda de P dos solos. Em vários ensaios, tornou-se óbvio que o estrume de galinhas alimentadas com fitase continha mais fósforo solúvel que o estrume de galinhas sujeitas a dietas de controlo. Esta maior solubilidade do P poderá resultar numa penetração excessiva de fósforo nos cursos de água e na sua consequente eutrofização.

Conclusões

A capacidade da fitase de tornar o fósforo das várias matérias primas vegetais disponível para animais monogástricos é bem conhecida e aceite. Porém, apesar do uso da enzima se ter, de várias maneiras, tornado prática standard nas dietas para animais monogástricos, deve notar-se que a sua contribuição nutricional em termos de fósforo, bem como em termos de digestibilidade de aminoácidos e de energia, é limitada; os valores e os resultados são indefinidos e inconsistentes. Limitados e escassos no que diz respeito às melhorias nas performances animais e suportam, de forma conclusiva, as reivindicações de um aumento da digestibilidade de aminoácidos.

Além disso, as diferenças intrínsecas entre os níveis de fitato das várias matérias primas vegetais dificultam a atribuição de uma equivalência específica, em termos de valor de fósforo, da fitase. Existem evidências de que o P libertado pela fitase não garante o mesmo grau de resistência óssea que as fontes inorgânicas de fósforo.

Acima de tudo, as enzimas como a fitase são susceptíveis às condições de processamento extremas do fabrico de granulados, bem como às condições de armazenamento, que resultam em perdas inevitáveis na actividade das mesmas, influenciando significativamente a sua capacidade de satisfazer os requisitos de P dos animais.

Todos estes factores tornam bastante variável a disponibilidade de fósforo a partir dos materiais vegetais que compõem os alimentos para animais suplementados com fitase. Uma vez que o conhecimento da disponibilidade de fósforo na dieta é crucial para uma produção animal optimizada, deverá ter-se o cuidado de não sobrestimar o valor da fitase microbiana, já que a sobrestimativa da equivalência de fósforo disponível poderá trazer sérias consequências económicas.