

Fermentation product unlocks protein

Protein content of the feed is better utilized and digestibility is increased

Author Autor Benedikt Hein

Area Sales Manager PROVITA SUPPLEMENTS GmbH, Pinneberg/D,
Benedikt.Hein@provita-supplements.de

Since well before the latest raw-material cost increases related with rising freight rates and severe political imbalances, feed costs are the major factor determining economic success of pig production. Being in control of feed costs is gaining further importance with droughts and heavy weather affecting global harvest more frequently. These overall trends will open the door for the use of cheaper ingredients with varying protein digestibility in pig diets.

For Europe, replacing relatively expensive soybean-meal with locally available legumes like peas or field beans would be one example here. Boosting the protein availability of these ingredients is one of the various challenges pig producers are facing today.

The importance of protein digestibility

Being monogastric animals, pigs are not able to access the full protein content in feedstuffs as their digestive tract is not able to completely breakdown complex cell-wall structures. These complex sugar-protein chains need to be broken up in order to release the protein and allow the attachment of proteases. Supporting pigs with this task by un-locking protein from plant cell walls and other fractions of the feed that are usually hard to digest is a promising strategy when trying to make better use of the protein content of the diet and save feed costs. At the same time, this strategy allows for reducing the protein content of diets. This is especially important for pig farmers in countries like e.g. the Netherlands who are tightening their legislations on nitrogen outputs. Not least, protein digestibility plays a crucial role for the occurrence of piglet's diarrhea, as undigested protein serves as a source



Benedikt Hein

Fermentationsprodukt setzt Protein frei

Eiweißgehalt des Futters wird besser genutzt und Verdaulichkeit erhöht

Nicht erst seit den jüngsten Rohstoffkostensteigerungen im Zusammenhang mit steigenden Frachtraten und schwerwiegenden politischen Ungleichgewichten sind die Futterkosten der wichtigste Faktor für den wirtschaftlichen Erfolg der Schweineproduktion. Die Kontrolle über die Futterkosten gewinnt weiter an Bedeutung, da Dürreperioden und Unwetter die weltweite Ernte immer häufiger beeinträchtigen. Diese allgemeinen Trends werden der Verwendung günstiger

Komponenten mit unterschiedlicher Proteinverdaulichkeit in der Schweinefütterung die Tür öffnen.

Für Europa wäre der Ersatz des relativ teuren Sojaschrots durch lokal verfügbare Hülsenfrüchte wie Erbsen oder Ackerbohnen ein Beispiel hierfür. Die Erhöhung der Proteinverfügbarkeit dieser Zutaten ist eine der verschiedenen Herausforderungen, denen sich die Schweineproduzenten heute stellen müssen.

Proteinverdaulichkeit ist wichtig

Als Monogastrier sind Schweine nicht in der Lage, den vollen Proteingehalt in Futtermitteln zu nutzen, da ihr Verdauungstrakt komplexe Zellwandstrukturen nicht vollständig aufspalten kann. Diese komplexen Zucker-Eiweiß-Ketten müssen aufgebrochen werden, um das Eiweiß freizusetzen und die Anheftung von Proteasen zu ermöglichen. Eine vielversprechende Strategie für die verbesserte Nutzung der Proteingehalte in der Ration sowie die Senkung von Futterkosten besteht darin, die Freisetzung von Proteinen aus pflanzlichen Zellwänden und anderen schwer verdaulichen Fraktionen des Futters zu erleichtern. Gleichzeitig kann mit dieser Strategie der Proteingehalt des Futters gesenkt werden. Dies ist besonders wichtig für Schweinehalter in Ländern wie den Niederlanden, die ihre Vorschriften für den Stickstoffausstoß verschärfen. Nicht zuletzt spielt die Proteinver-

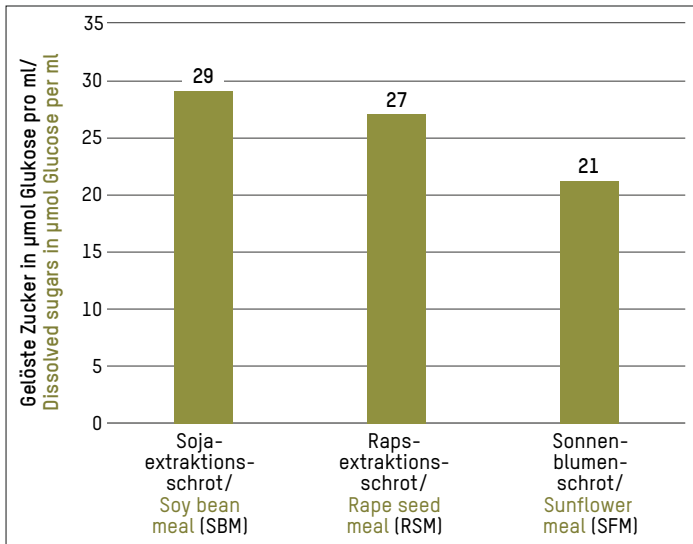


Abbildung 1: Zusätzlich gelöste Zuckermenge (µmol Glucose/ml) bei Zugabe von MAXFERM/PRO in Sojaextraktionsschrot (SBM), Rapsextraktionsschrot (RSM) und Sonnenblumenschrot (SFM).

Figure 1: Amount of sugars (µmol Glucose/ml) additionally dissolved with the supplementation of MAXFERM/PRO in soybean meal (SBM), rapeseed meal (RSM) and sunflower meal (SFM).

daulichkeit eine entscheidende Rolle für das Auftreten von Ferkeldurchfall, da unverdautes Protein als Nährstoffquelle für pathogene *E. coli*-Bakterien im Dickdarm dient. Die Verringerung der Menge an unverdaulichem Eiweiß, die in den Hinterdarm gelangt, trägt dazu bei, Ferkeldurchfall zu verhindern. Um die oben genannten Herausforderungen zu meistern, wurde das funktionelle Fermentationsprodukt MAXFERM/PRO speziell entwickelt, um die Proteinverfügbarkeit von monogastrischem Futter zu verbessern, wobei die Vorteile der Feststofffermentationstechnologie genutzt werden.

Feststofffermentation ist ein traditionelles Verfahren

In der menschlichen Ernährung wird die Feststofffermentation (SSF) seit Tausenden von Jahren in verschiedenen Kulturen eingesetzt, um Lebensmittel zu konservieren und ihren Nährwert zu erhöhen. Die Fermentation von Koji-Reis, die in der japanischen Küche weit verbreitet ist, oder das fermentierte Sojamehl Tempeh aus Indonesien sind nur zwei Beispiele von vielen. Kurz gesagt, die SSF kann als ein Fermentationsprozess beschrieben werden, der in Abwesenheit oder nahezu in Abwesenheit von Wasser stattfindet. Während umfangreicher Forschungs- und Entwicklungsprozesse wurde eine breite Palette von Substraten mit Mischungen ausgewählter Stämme von *Aspergillus*- und *Neurospora*-Subspezies beimpft. Das Ergebnis dieses Prozesses ist die SSF-Produktpalette von PROVITA SUPPLEMENTS, die Lösungen für verschiedene Herausforderungen, wie z.B. die Faserdaulichkeit von Wiederkäuerfutter oder die Verdaulichkeit von Nicht-Stärke-Polysacchariden in der Monogastrierernährung, beinhaltet. Die neueste Entwicklung ist MAXFERM/PRO, das die Proteinverdaulichkeit von Monogastrierernährung im Allgemeinen und von Schweinefutter im Besonderen erhöht.

Wertvolles Eiweiß freisetzen

In der pflanzlichen Zellwand und ihren Faserfraktionen sind beträchtliche Mengen an Proteinen gebunden. Daher wurde die Fähigkeit von MAXFERM/PRO, Polysaccharid-Protein-Komplexe aufzubrechen und komplexe Zucker-Protein-Ketten abzubauen, in-vitro untersucht. Zu diesem Zweck wurde MAXFERM/PRO in Wasser zusammen mit extrahiertem Soja-, Raps- und Sonnenblumenmehl inkubiert, die in Europa die vorherrschenden Rohstoffe für proteinreiche Futtermittel sind. Der Abbau der Zellwandpolysaccharide der drei Proteinfuttermittel wurde photometrisch mithilfe eines Farbstoffs gemessen. Es zeigte sich, dass erhebliche Teile der Zellwandpolysaccharide aufgeschlossen wurden (Abbildung 1), wobei der Aufschlussgrad bei allen drei Futtermitteln mehr als 30 % betrug.

of nutrients for pathogenic *E. coli* bacteria in the large intestine. Reducing the amount of undigested protein reaching the hindgut helps preventing piglet's diarrhea. To help coping with above mentioned challenges, the functional fermentation product MAXFERM/PRO was specially developed to improve protein availabil-

ity of monogastric diets, utilizing the benefits of solid-state fermentation technology.

Solid-state fermentation, a traditional process

In human nutrition, solid-state fermentation (SSF) has been used for thousands of years in different cultures to both preserve food and increase its nutritional value with the fermentation Koji rice, which is widely used in Japanese kitchen or the fermented soybean meal Tempeh from Indonesia only naming two examples out of many. In short, SSF can be described as a fermentation process occurring in the absence or near-absence of water. During extensive research and development processes, a broad variety of substrates was inoculated with mixtures of selected strains of *Aspergillus* - & *Neurospora* subspecies. The result of this process is PROVITA SUPPLEMENTS' SSF-product range, which includes solutions for different challenges, like for instance fiber-digestibility of ruminant diets or non-starch-polysaccharide digestibility in monogastric nutrition. The latest development is MAXFERM/PRO which is designed to increase protein digestibility of monogastric diets in general and pig diets in particular.

Uncaging valuable protein

Considerable amounts of protein are locked within the plant cell wall and its fiber fractions. Therefore, the ability of MAXFERM/PRO to break down polysaccharide-protein complexes and degrading complex sugar-protein chains was assessed in-vitro. For this purpose, MAXFERM/PRO was incubated in water together with extracted soybean, rapeseed and sunflower meal, which are the prevalent raw-materials in Europe when it comes to protein-rich feed ingredients. The degradation of cell-wall polysaccharides of the three protein feedstuffs was measured photometrically with the help of a colorant. It was demonstrated that considerable portions of the cell-wall polysaccharides were unlocked (Fig. 1), with the degree of disintegration being more than 30 % for all three feedstuffs. This contributed to a clear improvement of protein solubility for all feedstuffs assessed. 5.1% of the total protein content of soybean meal were additionally dissolved thanks to the addition of MAXFERM/PRO. This share reached for 9.4% for rapeseed meal and even 16.7% for sunflower meal. The amount of additional protein released from the materials was measured by photo-

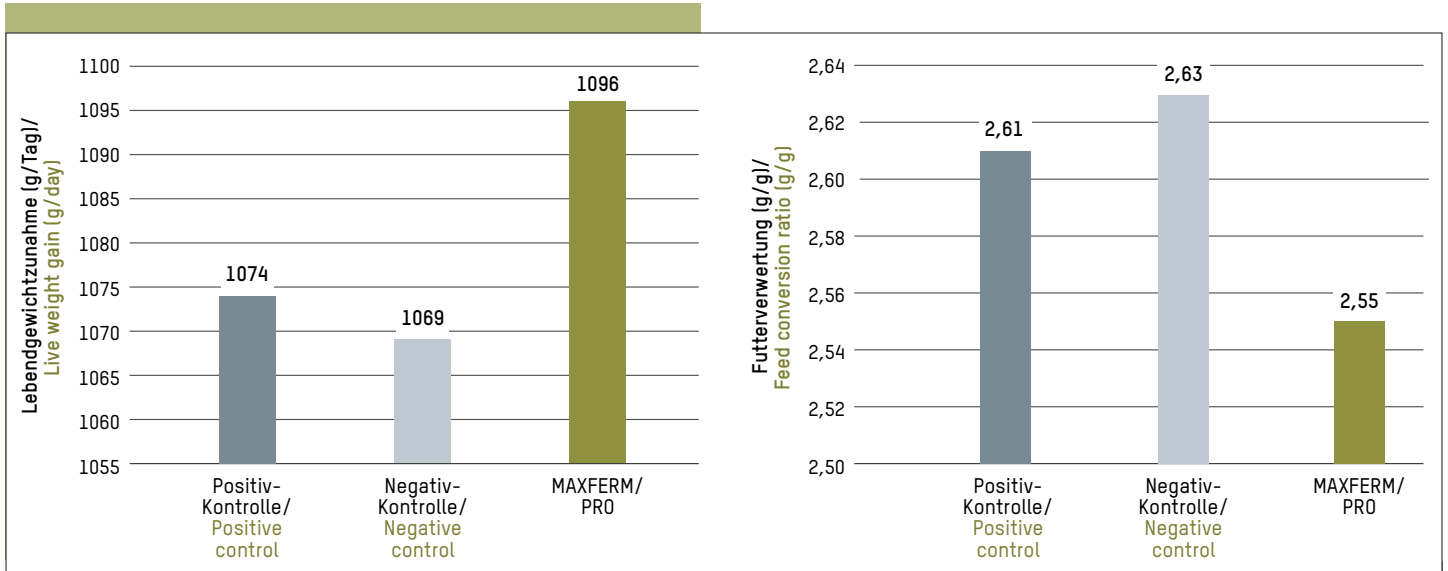


Abbildung 2: Auswirkung der MAXFERM/PRO-Zugabe (500 ppm) zu einem proteinarmen Futter auf die tägliche Lebendgewichtszunahme (g/Tag) und die Futtermittelverwertung (g/g) bei Mastschweinen (Tag 1–77 der Mast) im Vergleich zu einer positiven und einer negativen Kontrolle. Die Negativkontrolle und die MAXFERM/PRO-Gruppe hatten im Vergleich zur Positivkontrolle einen um 1 Prozentpunkt niedrigeren Proteingehalt.

Figure 2: Effect of MAXFERM/PRO (500 ppm) supplementation to a low protein diet on daily live weight gain (g/day) and feed conversion (g/g) in fattening pigs (day 1 – 77 of fattening) compared to a positive and negative control. Negative control and MAXFERM/PRO group were 1% -point lower in protein compared to the positive control.

metric method inside the supernatant after centrifuging the incubated materials likewise.

Improved performance with less protein

The positive effects observed in the in-vitro tests were confirmed in numerous feeding trials, during which also matrix values for different diets were validated. In a feeding trial conducted on a Northern German farm, 300 fattening pigs (DanAvl x Duroc) of eleven weeks of age, weighing 25 – 28 kg at the time the trial started, were divided into three trial groups. All groups were fed in line with a 2-phase feeding concept. Basal diets were based on rye (Starter diet 50%; Grower diet 60%) and barley (Starter diet 24%; Grower diet 18%). The animals of the positive control group received 20.5% of soybean meal from day 0 to 48 (Starter) and 16.5% from day 49 – 76. For both, the negative control and the treatment group, soybean meal was reduced by 3% - points, resulting in 17.5% of soybean meal for the starter- and 13.5% for the grower diet. Instead, 3% of corn were added to both diets of the negative control and the treatment group to compensate for the lower content of soybean meal. This adjustment led to a reduction of the protein content by 1% - point from 17.0% to 16.0% in the starter and from 15.5% to 14.5% in the grower diet. The treatment group received 500 ppm of MAXFERM/PRO. Each group was divided into 4 pens with 25 animals each.

The reduction of protein content had a negative effect on the performance of the negative control group animals. Live weight gain was reduced from 1074 g to 1069 g per day and the feed conversion ratio increased from 2.61 to 2.63 compared to the positive control. On the other hand, daily live weight gain of the animals in the trial group was 1096 g, which is an improvement of 2.5% in comparison to the positive control. The feed conversion ratio was 2.3% better, being 2.55 in the treatment group (Fig. 2). This improvement in performance, which was achieved with less protein input, led to a reduction of nitrogen excretions by

Dies trug zu einer deutlichen Verbesserung der Proteinlöslichkeit bei allen untersuchten Futtermitteln bei. 5,1% des Gesamtproteingehalts von Sojaschrot wurden durch den Zusatz von MAXFERM/PRO zusätzlich aufgelöst. Bei Rapsschrot lag dieser Anteil bei 9,4% und bei Sonnenblumenschrot sogar bei 16,7%. Die Menge des zusätzlich aus den Materialien freigesetzten Proteins wurde mittels photometrischer Methode im Überstand nach dem Zentrifugieren der inkubierten Materialien ebenfalls gemessen.

Verbesserte Leistung mit weniger Protein

Die in den In-vitro-Tests beobachteten positiven Effekte wurden in zahlreichen Fütterungsversuchen bestätigt, bei denen auch die Matrixwerte für verschiedene Futtermittel validiert wurden. In einem Fütterungsversuch in einem norddeutschen Betrieb wurden 300 Mastschweine (DanAvl x Duroc) im Alter von elf Wochen mit einem Gewicht von 25–28 kg bei Versuchsbeginn in drei Versuchsgruppen aufgeteilt. Alle Gruppen wurden nach einem 2-Phasen-Fütterungskonzept gefüttert. Die Grundfutter basierten auf Roggen (Starterfutter 50%; Mastfutter 60) und Gerste (Starterfutter 24%; Mastfutter 18%). Die Tiere der positiven Kontrollgruppe erhielten 20,5% Sojaschrot von Tag 0 bis 48 (Starter) und 16,5% von Tag 49–76. Sowohl in der Negativkontroll- als auch in der Behandlungsgruppe wurde der Sojaschrotanteil um 3 Prozentpunkte reduziert, sodass der Sojaschrotanteil bei der Starter- und bei der Mast-Ration 17,5% betrug. Stattdessen wurden den beiden Futtermitteln der Negativkontrolle und der Behandlungsgruppe 3% Mais zugesetzt, um den geringeren Gehalt an Sojaschrot auszugleichen. Diese Anpassung führte zu einer Verringerung des Proteingehalts um 1 Prozentpunkt von 17,0% auf 16,0% in der Starterration und von 15,5% auf 14,5% in der Mastration. Die Behandlungsgruppe erhielt 500 ppm von MAXFERM/PRO. Jede Gruppe wurde in vier Buchten mit je 25 Tieren aufgeteilt.

Die Verringerung des Proteingehalts wirkte sich negativ auf die Leistung der Tiere der negativen Kontrollgruppe aus. Die Lebendgewichtszunahme verringerte sich von 1074 g auf 1069 g pro Tag und die Futtermittelverwertung stieg im Vergleich zur Positivkontrolle

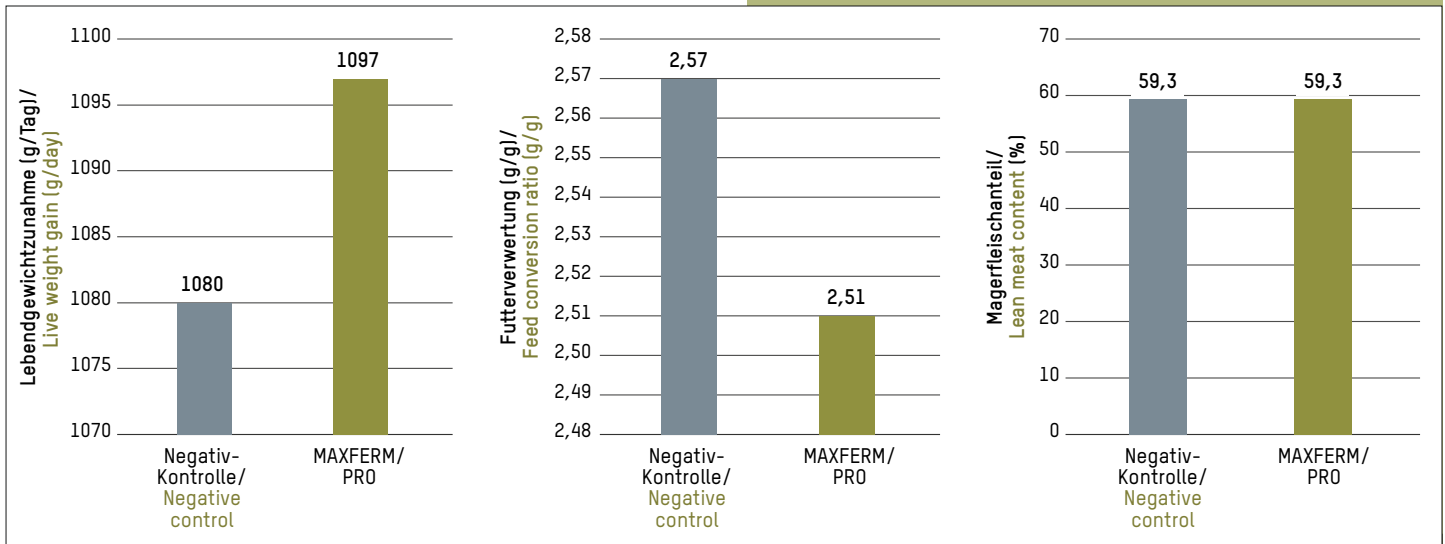


Figure 3: Effect of adding MAXFERM/PRO (500 ppm) to a low protein diet on daily live weight gain (g/day), feed conversion (g/g) and lean meat content in fattening pigs (35 – 110 kg) compared to a control. MAXFERM/PRO group was 1%-point lower in protein compared to the control.

Abbildung 3: Auswirkung der Zugabe von MAXFERM/PRO (500 ppm) zu einem proteinreduzierten Futter auf die tägliche Lebendgewichtszunahme (g/Tag), die Futterverwertung (g/g) und den Muskelfleischanteil bei Mastschweinen (35–110 kg) im Vergleich zu einer Kontrolle. Die MAXFERM/PRO-Gruppe hatte einen um 1 Prozentpunkt niedrigeren Proteingehalt als die Kontrollgruppe.

von 2,61 auf 2,63. Andererseits betrug die tägliche Lebendgewichtszunahme der Tiere in der Versuchsgruppe 1096 g, was eine Verbesserung von 2,5 % im Vergleich zur Positivkontrolle bedeutet. Die Futterverwertung war um 2,3 % besser und

16% (data not shown) which is particularly interesting for farms in areas with high livestock density, which are under pressure relieving their nitrogen balance.

CJ BIO

L-Isoleucine

The last puzzle piece

A Global Leader in Feed Grade Amino Acids, BESTAMINO

- ✓ Amino Acids produced by the eco-friendly fermentation process
- ✓ The only provider of 8 L-Amino Acids for better growth and performance in a sustainable way

BESTAMINO™

Another feeding trial, performed on a Northern German farm delivered similar results. Same as in the trial described above, the protein content of the diet was reduced by 1% - point in the trial group compared to the positive control. The diets were based on rye and barley, similar to the ones described above and the trial group received 500 ppm MAXFERM/PRO. 400 pigs (DanAvl x Duroc) were fattened from 35 – 110 kg of body weight.

Despite lower protein content of the diet, animals of the trial group outperformed the control group. The addition of MAXFERM/PRO not only compensated for the reduced protein content of the diet, but also led to an improvement in daily live weight gain from 1080 to 1097 g and a reduction of the feed-conversion ratio from 2.57 to 2.51.

Available data from the slaughterhouse indicated that the reduced protein content and supplementation of MAXFERM/PRO did not have any adverse effects on the meat quality. Lean meat content was 59.3 % in both groups. Furthermore, the ammonia concentration in the ambient air of the barn was measured. The average concentration was 11.1 ppm in the control group and 9.4 ppm in the trial group (Data not shown). This indicates that lowering the protein content of the diet and improving protein digestibility by supplementing MAXFERM/PRO had a positive effect on this parameter as well. This is a notable observation as elevated ammonia levels can lead to health issues for the animals and farm employees (e.g., respiratory problems) and are an additional source of stress to the animals and therefore common subject of discussions concerning animal welfare. At last, farmers are prompted by legislative authorities to lower ammonia emissions, with German farmers being required to lower ammonia emissions by 40 % within eight years.

Optimized protein utilization

The application of the solid-state fermentation product MAXFERM/PRO has proven to be an effective tool when aiming at lowering the protein content of pig diets or when using ingredients with lower protein digestibility. The positive effect on protein digestibility of protein-rich feedstuffs as well as the support in the degradation of plant cell wall polysaccharides has been confirmed in in-vitro trials.

The application led to improved zootechnical performances in several feeding trials, even though the protein content of the supplemented diets was lowered. Further investigations utilizing a cell culture model suggest a positive effect on epithelial integrity and expression of tight-junction proteins.

During this period of impaired raw-material availability, high feed costs and growing pressure to lower nitrogen excretions to the environment, MAXFERM/PRO can be an effective tool, providing farmers and feed formulators more flexibility coping with these and other challenges. Apart from cost saving, a reduction of nitrogen excretions to the environment (reduced ammonia levels and reduced nitrogen-content inside slurry) were observed as well.

betrug in der Behandlungsgruppe 2,55 (Abbildung 2). Diese Leistungsverbesserung, die mit einer geringeren Eiweißzufuhr erreicht wurde, führte zu einer Verringerung der Stickstoffausscheidungen um 16 % (Daten nicht gezeigt), was besonders für Betriebe in Gebieten mit hoher Viehdichte interessant ist, die unter dem Druck stehen, ihre Stickstoffbilanz zu entlasten. Ein weiterer Fütterungsversuch, der in einem norddeutschen Betrieb durchgeführt wurde, lieferte ähnliche Ergebnisse. Wie bei dem oben beschriebenen Versuch wurde der Proteingehalt des Futters in der Versuchsgruppe im Vergleich zur Positivkontrolle um 1 Prozentpunkt reduziert. Die Futtermittel basierten auf Roggen und Gerste, ähnlich wie die oben beschriebenen, und die Versuchsgruppe erhielt 500 ppm MAXFERM/PRO. 400 Schweine (DanAvl x Duroc) wurden von 35–110 kg Körpergewicht gemästet.

Trotz des niedrigeren Proteingehalts des Futters schnitten die Tiere der Versuchsgruppe besser ab als die der Kontrollgruppe. Die Zugabe von MAXFERM/PRO kompensierte nicht nur den geringeren Proteingehalt des Futters, sondern führte auch zu einer Verbesserung der täglichen Lebendgewichtszunahme von 1080 auf 1097 g und zu einer Verringerung des Futtermittelnutzungsverhältnisses von 2,57 auf 2,51. Die verfügbaren Daten aus dem Schlachthof zeigten, dass der reduzierte Proteingehalt und die Supplementierung von MAXFERM/PRO keine nachteiligen Auswirkungen auf die Fleischqualität hatten. Der Muskelfleischanteil lag in beiden Gruppen bei 59,3%. Außerdem wurde die Ammoniakkonzentration in der Stallluft gemessen. Die durchschnittliche Konzentration betrug 11,1 ppm in der Kontrollgruppe und 9,4 ppm in der Versuchsgruppe (Daten nicht gezeigt). Dies deutet darauf hin, dass sich die Senkung des Proteingehalts des Futters und die Verbesserung der Proteinverdaulichkeit durch die Zugabe von MAXFERM/PRO auch auf diesen Parameter positiv ausgewirkt haben. Dies ist eine bemerkenswerte Beobachtung, da erhöhte Ammoniakwerte zu Gesundheitsproblemen bei den Tieren und den Mitarbeitern des Betriebs führen können (z. B. Atemwegsprobleme) sowie eine zusätzliche Stressquelle für die Tiere darstellen und daher häufig Gegenstand von Diskussionen über den Tierschutz sind. Schließlich werden die Landwirte durch die Gesetzgeber dazu angehalten, die Ammoniakemissionen zu senken. So sind die deutschen Landwirte verpflichtet, die Ammoniakemissionen innerhalb von acht Jahren um 40 % zu senken.

Optimierte Proteinverwertung

Der Einsatz des Feststofffermentationsproduktes MAXFERM/PRO hat sich als effektives Werkzeug erwiesen, wenn es darum geht, den Proteingehalt im Schweinefutter zu senken oder Zutaten mit geringerer Proteinverdaulichkeit zu verwenden. Die positive Wirkung auf die Proteinverdaulichkeit von proteinreichen Futtermitteln sowie die Unterstützung des Abbaus von pflanzlichen Zellwandpolysacchariden wurde in In-vitro-Versuchen bestätigt. Die Anwendung führte in mehreren Fütterungsversuchen zu verbesserten zootechnischen Leistungen, obwohl der Proteingehalt der ergänzten Futtermittel gesenkt wurde. Weitere Untersuchungen an einem Zellkulturmodell deuten auf einen positiven Effekt auf die epitheliale Integrität und die Expression von Tight-Junction-Proteinen hin. In dieser Zeit der eingeschränkten Rohstoffverfügbarkeit, der hohen Futterkosten und des wachsenden Drucks, die Stickstoffausscheidungen in die Umwelt zu verringern, kann MAXFERM/PRO ein wirksames Instrument sein, das Landwirten und Futtermittelherstellern mehr Flexibilität bei der Bewältigung dieser und anderer Herausforderungen bietet. Neben den Kosteneinsparungen wurde auch eine Verringerung der Stickstoffausscheidungen in die Umwelt (geringere Ammoniakwerte und geringerer Stickstoffgehalt in der Gülle) festgestellt.