

Acid Cellulase Enzymes For Animal Feed Additives : cellulase acide pour digestibilité des fibres, ensilage et valorisation des coproduits végétaux

Équipe de recherche Enzymes.bio · Wellington, Nouvelle-Zélande · June 19, 2026

Réponse directe — La cellulase acide est une enzyme fibrolytique utilisée dans les additifs d'alimentation animale pour hydrolyser partiellement la cellulose des parois végétales et rendre les nutriments plus accessibles. Son intérêt est surtout documenté dans les rations ou procédés contenant des matières premières fibreuses : fourrages, ensilages, coproduits agricoles, résidus de céréales et substrats lignocellulosiques. Enzymes.bio fournit ce produit en ligne par unité de 1 kg, avec CoA et SDS inclus avec la commande .

Définition technique : qu'est-ce qu'une cellulase acide pour l'alimentation animale ?

Acid Cellulase Enzymes For Animal Feed Additives désigne une préparation enzymatique à base de cellulase acide destinée aux formulations d'aliments pour animaux ou aux traitements de matières premières végétales riches en fibres. La cellulase est une enzyme qui catalyse l'hydrolyse de la cellulose, un polymère de glucose structuré par des liaisons β -1,4-glycosidiques et fortement organisé dans les parois cellulaires végétales ^[1]. Dans une matrice alimentaire, son rôle n'est pas de « digérer tout l'aliment », mais de fragiliser une fraction de la paroi végétale afin d'améliorer l'accessibilité des nutriments et, selon le contexte, de soutenir la fermentation.

Le qualificatif **acide** indique que l'enzyme est choisie pour des environnements acides à légèrement acides, ce qui est pertinent dans certains aliments fermentés, certains procédés d'ensilage et certaines conditions digestives. Les cellulases industrielles d'origine microbienne, notamment fongique, sont largement étudiées pour leur capacité à agir sur la biomasse végétale ; les travaux de synthèse sur les cellulases fongiques décrivent leur place dans les applications de transformation de la cellulose, y compris les applications agro-industrielles ^[2]. Cette propriété doit toutefois être comprise comme une orientation fonctionnelle générale : la performance réelle dépend de la matrice, de l'humidité, du temps de contact, de la température du procédé et de la présence d'autres enzymes.

Enzymes.bio intervient ici comme **fournisseur en ligne** du produit, et non comme fabricant ni laboratoire. Le produit est proposé en unité de 1 kg ; le certificat d'analyse — CoA — et la fiche de données de sécurité — SDS — accompagnent la commande, ce qui permet aux utilisateurs professionnels de disposer des documents de référence associés au lot livré .

Pourquoi la cellulose limite la valeur nutritionnelle des aliments végétaux

Les ingrédients végétaux utilisés en alimentation animale — fourrages, sons, pailles, coproduits céréaliers, résidus de maïs, bagasse, feuilles ou sous-produits agro-industriels — contiennent une proportion variable de parois cellulaires. Ces parois sont composées de cellulose, d'hémicelluloses, de pectines, de lignine et de protéines pariétales ; leur structure forme une barrière physique qui peut limiter l'accès aux amidons, protéines, lipides et minéraux localisés à l'intérieur des cellules végétales ^[2]. Chez les ruminants, une partie de cette fraction est dégradée par le microbiote ruminal ; chez les monogastriques, la capacité de dégradation directe des fibres structurales est plus limitée.

La cellulose pure est déjà difficile à hydrolyser en raison de son organisation en microfibrilles ; lorsqu'elle est associée à l'hémicellulose et à la lignine, elle devient encore moins accessible. Les recherches sur les enzymes saccharifiantes de la cellulose insistent sur cette difficulté : l'efficacité dépend non seulement de la coupure des liaisons glycosidiques, mais aussi de l'accessibilité physique du substrat, de la structure cristalline ou amorphe de la cellulose et des conditions de réaction ^[1]. Dans une formulation animale, l'enjeu est donc d'obtenir une ouverture partielle de la matrice fibreuse, pas une conversion complète en sucres simples.

Les travaux portant sur les ressources fibreuses agricoles montrent pourquoi ce sujet est important. Des études ont évalué la cellulase dans des ensilages complets à base de déchets agricoles, dans des feuilles de palmier dattier ensilées, dans des fourrages à base de déchets agro-industriels et dans des substrats de paille ou de bagasse, car ces matières sont disponibles mais souvent sous-valorisées du fait de leur fraction lignocellulosique ^{[3][4][5]}. La cellulase acide s'inscrit dans cette logique : améliorer la valorisation de ressources végétales déjà disponibles, sans prétendre effacer les limites liées à une lignification élevée ou à une formulation déséquilibrée.

Mécanisme d'action : endoglucanases, exoglucanases et β -glucosidases

Le terme **cellulase** recouvre généralement plusieurs activités enzymatiques complémentaires. Les endoglucanases coupent les chaînes de cellulose à l'intérieur des zones accessibles, ce qui crée de nouvelles extrémités ; les exoglucanases ou cellobiohydrolases progressent ensuite à partir de ces

extrémités ; les β -glucosidases peuvent hydrolyser certains fragments courts en sucres plus simples [2]. Les préparations commerciales peuvent différer par l'équilibre entre ces activités, mais le principe reste le même : fragmenter progressivement une structure végétale complexe.

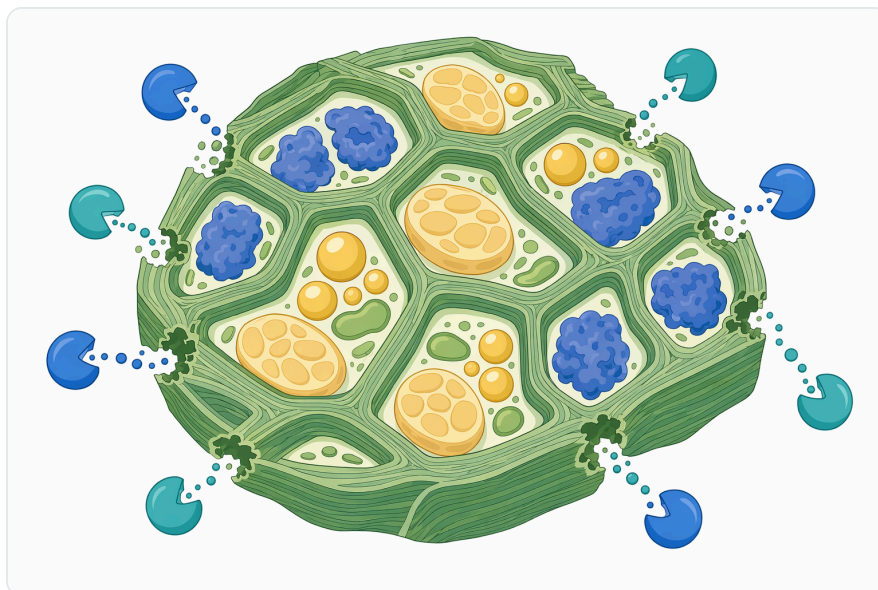


Figure 1. La cellulase acide est utilisée pour fragiliser les parois cellulaires végétales riches en cellulose, afin de rendre plus accessibles les nutriments déjà présents dans les tissus des aliments.

Dans un additif pour alimentation animale, cette action a trois conséquences pratiques. Premièrement, elle peut réduire la résistance mécanique de la paroi cellulaire et faciliter l'accès des enzymes digestives ou microbiennes aux nutriments internes. Deuxièmement, elle peut libérer des oligosaccharides ou sucres utilisables par des microorganismes fermentaires, en particulier dans un ensilage ou une fermentation solide. Troisièmement, elle peut agir en complément d'autres carbohydrases comme la xylanase, car la cellulose n'est qu'un élément d'une paroi végétale plus large [1].

Cette complémentarité explique pourquoi de nombreuses études ne testent pas uniquement une cellulase isolée, mais des mélanges d'enzymes fibrolytiques ou des combinaisons enzyme-microorganisme. Par exemple, des travaux sur l'ensilage de feuilles de *Neolamarckia cadamba* ont étudié l'application conjointe de bactéries lactiques et de cellulase, avec une attention portée à la qualité fermentaire, à la valeur nutritive, au profil des tanins et à la digestibilité in vitro [6]. De même, les études sur des feuilles de palmier dattier ensilées avec des enzymes fibrolytiques ou des probiotiques multispèces montrent que l'action sur la fibre s'intègre souvent dans une stratégie plus large de fermentation et de valorisation nutritionnelle [4].

Applications principales dans les additifs d'alimentation animale

Aliments composés contenant des coproduits végétaux

La cellulase acide est particulièrement pertinente lorsque l'aliment contient des coproduits riches en parois végétales : sons, pulpes, résidus de céréales, fractions de maïs, sous-produits de transformation végétale ou matières premières locales fibreuses. Dans ces matrices, une partie des nutriments peut rester physiquement protégée par les parois cellulaires ; une hydrolyse partielle de la cellulose peut donc contribuer à rendre la ration plus accessible, surtout lorsqu'elle est associée à d'autres enzymes ciblant l'hémicellulose ou les composés non amylacés ^[2].

La bagasse de canne à sucre illustre bien ce type de ressource. Des travaux de criblage de bactéries cellulolytiques issues de déchets de canne à sucre ont précisément été menés dans une perspective d'optimisation de l'activité cellulase pour l'alimentation animale, ce qui montre l'intérêt scientifique porté à la transformation de résidus lignocellulosiques en ressources plus valorisables ^[5]. Une cellulase acide commerciale n'a pas la même finalité qu'un programme de criblage microbien, mais elle répond au même problème nutritionnel : rendre une fibre végétale moins inerte.

Ensilage et fermentation des matières végétales

L'ensilage est l'un des domaines où la logique d'utilisation d'une cellulase est la plus claire. En hydrolysant partiellement les parois végétales, la cellulase peut contribuer à fournir davantage de substrats fermentescibles aux bactéries lactiques, ce qui soutient l'acidification et la conservation. Santoso a étudié un ensilage complet à base de déchets agricoles traité par enzyme cellulase et a rapporté une amélioration des caractéristiques de fermentation et de digestibilité in vitro, ce qui correspond directement à l'objectif d'un additif fibrolytique dans une matrice végétale fermentée ^[3].

Les recherches sur les feuilles de *Neolamarckia cadamba* montrent aussi que l'association bactéries lactiques-cellulase peut influencer la qualité de fermentation, la valeur nutritive et la digestibilité in vitro d'un ensilage de feuilles ^[6]. Cette observation est importante pour les formulations à base de feuilles, résidus ligneux ou fourrages non conventionnels : la cellulase n'agit pas seulement sur un nutriment isolé, elle modifie l'écologie fermentaire en changeant la disponibilité des substrats.

Les feuilles de palmier dattier ensilées constituent un autre exemple de matrice fibreuse valorisable. Une étude menée chez des brebis Farafra a évalué des feuilles de palmier dattier ensilées avec des enzymes fibrolytiques ou des probiotiques multiespèces, en examinant l'ingestion, la digestibilité, la fermentation ruminale, la chimie sanguine, la production laitière et le profil en acides gras du lait ^[4]. Ce

type de travail montre que l'intérêt d'une enzyme fibrolytique ne se limite pas à la paroi végétale : il peut se répercuter sur la fermentation ruminale et sur des indicateurs zootechniques, selon le régime et l'espèce.

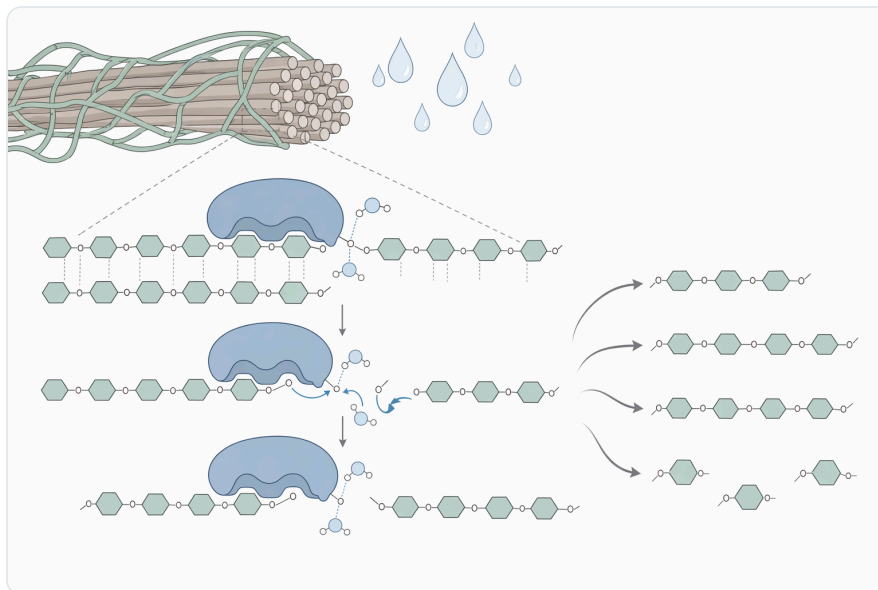


Figure 2. Les systèmes cellulases agissent de manière coopérative : l'endo-cellulase ouvre des sites internes dans les chaînes, l'exo-cellulase libère des cellodextrines, et la β -glucosidase convertit le cellobiose en glucose.

Fourrages, ruminants et ration totale

Chez les ruminants, la cellulase exogène peut compléter l'action du microbiote ruminal, mais elle ne la remplace pas. Les données disponibles suggèrent surtout un intérêt lorsque la ration contient des fourrages ou coproduits dont la fibre limite l'utilisation des nutriments. Une méta-analyse récente sur les enzymes exogènes en bovins viande a examiné les effets sur la performance, la digestibilité des nutriments et les paramètres de fermentation ruminale, ce qui confirme que les enzymes alimentaires sont étudiées à l'échelle de la ration et non comme simples additifs isolés ^[7].

Les bovins d'engraissement et les vaches laitières ont également fait l'objet d'études sur l'inclusion d'enzymes exogènes ou de mélanges enzymatiques dans la ration. Simon et collaborateurs ont étudié les effets d'enzymes exogènes dans des régimes de bovins en feedlot sur la physiologie, la fermentation ruminale, la digestibilité et le profil en acides gras du rumen et de la viande ^[8]. Vitt et collaborateurs ont évalué un mélange d'enzymes chez des vaches Jersey en lactation, en combinant fermentation ruminale in vivo et in vitro, performance productive, qualité du lait et santé animale ^[9].

Ces résultats doivent être interprétés avec prudence : les études sur les mélanges enzymatiques ne permettent pas toujours d'attribuer l'effet observé à la seule cellulase. Elles confirment cependant que les enzymes fibrolytiques sont intégrées à des stratégies nutritionnelles complexes visant la digestibilité

de la fibre, la fermentation ruminale et l'efficacité alimentaire ^{[7][9]}.

Fermentation solide et transformation de substrats fibreux

La cellulase peut aussi être utilisée dans des procédés de transformation d'ingrédients avant incorporation dans l'aliment. Des travaux récents sur un aliment fermenté à base de paille de blé ont étudié une souche recombinante de *Schizosaccharomyces pombe* capable de dégrader efficacement la lignocellulose et d'augmenter la teneur protéique du substrat, ce qui illustre l'intérêt de la biotransformation des résidus végétaux pour l'alimentation animale ^[10]. Même lorsque l'approche microbienne diffère d'une application directe de cellulase, le principe technologique reste proche : rendre une biomasse fibreuse plus utilisable.

Les études sur les déchets agro-industriels utilisés dans des aliments complémentaires pour chèvres PE montrent également l'importance des stratégies de transformation enzymatique ou bio-enzymatique pour modifier l'ingestion de nutriments, la composition fibreuse et la digestibilité des aliments ^[11]. Ces travaux soulignent une tendance de fond : l'alimentation animale cherche à mieux utiliser des ressources locales ou secondaires, à condition que leur fraction fibreuse soit suffisamment traitée pour devenir nutritionnellement intéressante.

Tableau comparatif : où la cellulase acide apporte le plus de valeur

Contexte d'utilisation	Problème nutritionnel ou technologique	Rôle attendu de la cellulase acide	Niveau de preuve disponible
Ensilage de déchets agricoles ou fourrages fibreux	Fermentation lente, faible disponibilité des sucres, parois végétales résistantes	Hydrolyse partielle de la cellulose, libération de substrats fermentescibles, soutien de la fermentation lactique	Études directes sur ensilages traités par cellulase et digestibilité in vitro ^{[3][6]}
Feuilles, résidus végétaux et coproduits lignocellulosiques	Valeur alimentaire limitée par la fibre et la lignocellulose	Ouverture de la matrice végétale et amélioration potentielle de la digestibilité	Études sur feuilles de palmier dattier, déchets agro-industriels et bagasse ^{[4][11][5]}
Rations de ruminants riches en fourrages	Dégradation ruminale variable selon la qualité du fourrage	Complément à l'activité microbienne du rumen et aux autres enzymes fibrolytiques	Méta-analyse et études sur bovins viande, feedlot et vaches laitières avec enzymes exogènes ^{[7][8][9]}
Fermentation solide ou prétraitement	Substrats végétaux peu digestibles avant	Déstructuration partielle de la biomasse avant formulation	Travaux sur paille de blé fermentée et transformation

Contexte d'utilisation	Problème nutritionnel ou technologique	Rôle attendu de la cellulase acide	Niveau de preuve disponible
d'ingrédients	transformation		de substrats fibreux ^[10]
Aliments monogastriques avec ingrédients fibreux	Faible capacité à hydrolyser certaines fibres structurales	Amélioration contextuelle de l'accessibilité des nutriments, souvent en association avec d'autres carbohydrases	Données plus dépendantes du régime ; les mélanges enzymatiques sont mieux documentés que la cellulase seule ^[12]

Comparaison avec d'autres enzymes alimentaires

La cellulase acide appartient à la famille des carbohydrases, mais elle ne remplit pas le même rôle que la xylanase, la β -glucanase, l'amylase, la phytase ou la protéase. La xylanase cible surtout les arabinoxylanes et certaines hémicelluloses ; la β -glucanase cible des β -glucanes spécifiques ; la phytase libère du phosphore lié au phytate ; les protéases hydrolysent des protéines alimentaires. La cellulase, elle, agit sur la cellulose, un constituant structurel majeur de la paroi végétale ^[2].

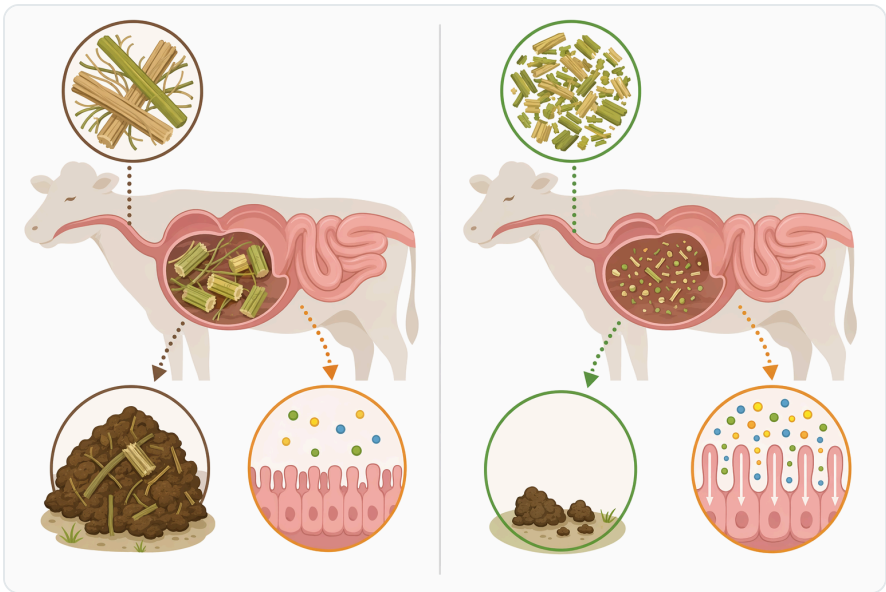


Figure 3. Les enzymes alimentaires diffèrent selon leur substrat : la cellulase cible la cellulose, tandis que la xylanase, la β -glucanase, la phytase et la protéase répondent à d'autres limites des aliments.

Dans les aliments pour volailles et porcs, la base expérimentale la plus large concerne souvent des enzymes comme phytase, xylanase et protéase, car elles ciblent des facteurs nutritionnels très fréquents dans les régimes céréaliers. Par exemple, une étude récente chez le poulet de chair a rapporté qu’une combinaison de protéase, phytase et xylanase améliorait le poids corporel, l’indice de

consommation, la digestibilité iléale et la morphologie intestinale ^[12]. Cette observation ne prouve pas l'effet d'une cellulase, mais elle montre que les stratégies multi-enzymatiques peuvent être pertinentes lorsque plusieurs barrières nutritionnelles coexistent.

La cellulase devient particulièrement logique lorsque la fraction limitante est la paroi cellulosique elle-même. Dans une ration à faible teneur en fibre structurale, son effet peut être discret ; dans un ensilage, un fourrage fibreux ou un coproduit lignocellulosique, son mécanisme est plus directement aligné avec la matrice. C'est pourquoi les applications les plus convaincantes se trouvent souvent du côté des fourrages, coproduits, ensilages et substrats végétaux prétraités ^{[3][4][6]}.

Paramètres de formulation et de procédé à comprendre

Le premier paramètre est la **nature du substrat**. Une cellulase agit sur la cellulose accessible ; elle ne dégrade pas efficacement une paroi fortement protégée par la lignine si aucune condition ne permet l'accès au polymère. Les travaux sur les cellulases et les enzymes de saccharification de la cellulose insistent sur cette notion d'accessibilité : la composition de la biomasse, sa structure et son état physique influencent fortement l'efficacité enzymatique ^[1].

Le deuxième paramètre est le **pH d'application**. Une cellulase acide est choisie lorsque l'environnement est compatible avec une activité en conditions acides à légèrement acides, ce qui correspond à certains procédés de fermentation et à certaines matrices alimentaires. Les revues sur les cellulases fongiques décrivent l'importance des propriétés d'activité et de stabilité pour les applications industrielles, car une enzyme active dans un contexte donné peut être peu performante dans un autre ^[2].

Le troisième paramètre est le **temps de contact**. Dans un aliment sec consommé rapidement, l'enzyme dispose de moins d'opportunités d'agir avant ingestion ; dans un ensilage, une fermentation solide ou un prétraitement humide, le temps de contact avec la matrice peut être plus long. C'est l'une des raisons pour lesquelles les études sur ensilage montrent souvent des effets plus lisibles : la cellulase a le temps d'interagir avec les parois végétales pendant la phase de fermentation ^{[3][6]}.

Le quatrième paramètre est la **compatibilité avec le procédé thermique**. Comme toutes les enzymes, la cellulase est une protéine fonctionnelle dont la conformation peut être affectée par la chaleur, l'humidité et la durée d'exposition. Les travaux sur les cellulases thermostables montrent que la stabilité thermique est un sujet majeur en biotechnologie enzymatique, mais toutes les cellulases ne présentent pas le même profil de tolérance ^{[1][13]}.

Le cinquième paramètre est la **synergie enzymatique**. Dans une paroi végétale, la cellulose est associée à d'autres polymères ; une cellulase seule peut ouvrir une partie de la matrice, mais une combinaison avec xylanase, hémicellulase ou autres enzymes peut être plus cohérente lorsque la ration contient plusieurs fractions pariétales limitantes. Les études sur les enzymes exogènes en bovins et sur les mélanges enzymatiques en ruminants reflètent cette approche systémique, où l'effet est évalué sur la fermentation, la digestibilité et la performance globale ^{[7][9]}.

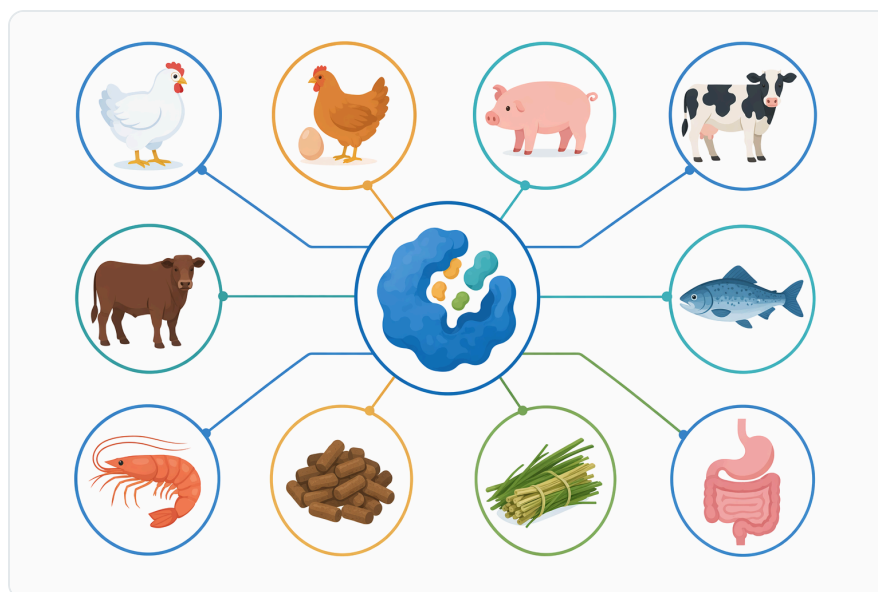


Figure 4. La cellulase est particulièrement pertinente pour les substrats fibreux tels que la paille, les tiges et feuilles de maïs, les fourrages, les sons, les enveloppes, les coproduits céréaliers et les résidus végétaux fermentés.

Bénéfices attendus dans une lecture scientifique prudente

Le premier bénéfice attendu est l'**amélioration de l'accessibilité des nutriments**. En hydrolysant partiellement la cellulose, la cellulase peut réduire l'effet barrière de la paroi cellulaire, ce qui favorise l'accès aux nutriments internes et aux autres enzymes digestives ou microbiennes. Ce mécanisme est cohérent avec la fonction biochimique des cellulases, décrite dans les synthèses sur les enzymes microbiennes de saccharification de la cellulose ^[1].

Le deuxième bénéfice est la **meilleure valorisation des ressources fibreuses**. Les études sur les déchets agricoles, la bagasse, la paille de blé ou les feuilles de palmier dattier montrent que la recherche en nutrition animale s'intéresse fortement aux substrats lignocellulosiques disponibles localement mais difficiles à digérer ^{[3][4][5][10]}. La cellulase acide s'inscrit dans cette logique de valorisation, en particulier lorsque l'objectif est de réduire la fraction fibreuse limitante ou d'améliorer la fermentation.

Le troisième bénéfice concerne la **qualité de fermentation des ensilages**. Les travaux sur ensilages traités par cellulase, seuls ou avec bactéries lactiques, examinent précisément la qualité fermentaire, la valeur nutritive et la digestibilité in vitro ^{[3][6]}. Dans ce cadre, la cellulase peut contribuer à augmenter la disponibilité de substrats pour les bactéries lactiques et à rendre l'ensilage plus favorable à l'utilisation animale.

Le quatrième bénéfice est la **complémentarité avec les stratégies de nutrition des ruminants**. Les enzymes exogènes sont étudiées chez les bovins viande, les bovins en feedlot et les vaches laitières pour leurs effets sur la fermentation ruminale, la digestibilité, la performance productive et certains paramètres de santé ou de qualité des produits animaux ^{[7][8][9]}. La cellulase acide peut donc être comprise comme un outil parmi d'autres dans la gestion de la fibre, et non comme une solution autonome.

Limites et interprétation des résultats

La première limite est la variabilité de réponse. Une cellulase acide n'apporte pas nécessairement un effet mesurable dans toutes les formulations : si la cellulose n'est pas la fraction limitante, si la fibre est très lignifiée ou si le temps de contact est insuffisant, l'effet peut être faible. Les études sur les enzymes exogènes en ruminants évaluent justement des réponses multiples — digestibilité, fermentation, performance — parce que l'effet dépend de l'ensemble du système alimentaire ^[7].

La deuxième limite concerne les **mélanges enzymatiques**. De nombreuses études utilisent des enzymes fibrolytiques combinées ou des associations avec probiotiques ou bactéries lactiques ; cela reflète la réalité des matrices végétales, mais rend l'attribution de l'effet à la seule cellulase plus difficile. Les travaux sur feuilles de palmier dattier ensilées avec enzymes fibrolytiques ou probiotiques, ainsi que les études sur mélanges enzymatiques chez vaches laitières, illustrent cette complexité ^{[4][9]}.

La troisième limite est spécifique aux **monogastriques**. Chez les volailles et les porcs, les effets des carbohydrases dépendent fortement de la céréale, du niveau de fibres, de l'âge de l'animal, du microbiote et de la présence d'autres enzymes. Les preuves sur les mélanges protéase-phytase-xylanase en poulets de chair montrent l'intérêt des stratégies enzymatiques, mais elles ne doivent pas être extrapolées directement à une cellulase seule sans tenir compte de la composition exacte du régime ^[12].

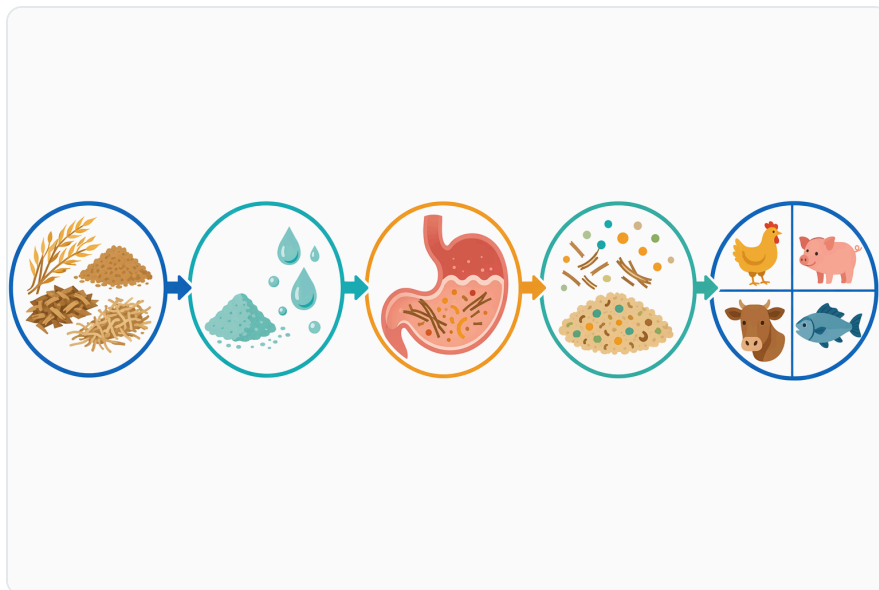


Figure 5. Dans l'ensilage, la cellulase peut libérer des glucides solubles à partir de la biomasse fibreuse, que les bactéries lactiques convertissent en acides pour assurer la conservation.

Enfin, la cellulase ne doit pas être présentée comme un additif capable de compenser une formulation déséquilibrée. Elle peut améliorer l'utilisation d'une fraction fibreuse accessible, soutenir certains procédés fermentaires et compléter d'autres enzymes, mais elle ne remplace pas le choix des matières premières, l'équilibre énergie–protéine, la gestion minérale ou la qualité sanitaire de l'aliment.

Positionnement pratique du produit Enzymes.bio

Pour un utilisateur professionnel, **Acid Cellulase Enzymes For Animal Feed Additives** doit être compris comme une solution enzymatique orientée vers la dégradation partielle de la cellulose dans des matrices végétales destinées à l'alimentation animale. Les contextes les plus cohérents sont les rations ou procédés contenant une fraction fibreuse significative : ensilages, fourrages, coproduits céréaliers, résidus agro-industriels et substrats végétaux transformés.

Enzymes.bio propose ce produit directement en ligne par unité de 1 kg. Le CoA et la SDS sont fournis avec la commande, ce qui permet d'associer le produit livré à sa documentation de lot et aux informations de sécurité nécessaires à sa manipulation professionnelle. Cette présentation correspond au rôle d'un fournisseur : rendre le produit disponible avec sa documentation, sans se substituer à un laboratoire d'essai ni à un fabricant.

Conclusion : quand choisir une cellulase acide en alimentation animale ?

La cellulase acide est surtout pertinente lorsque la cellulose et les parois végétales réduisent la valeur nutritionnelle ou la fermentescibilité d'un ingrédient. Les données disponibles soutiennent clairement son intérêt dans les matrices fibreuses, en particulier les ensilages, fourrages, feuilles, coproduits agricoles et substrats lignocellulosiques traités avant ou pendant la fermentation ^{[3][4][6][10]}.

Son mécanisme repose sur l'hydrolyse partielle de la cellulose, l'ouverture de la matrice végétale et la complémentarité avec les microorganismes fermentaires ou les autres enzymes alimentaires. Chez les ruminants, elle s'intègre dans des stratégies plus larges de gestion de la fibre et de fermentation ruminale ; chez les monogastriques, son intérêt dépend davantage de la composition du régime et de la présence réelle d'une fraction cellulosique limitante ^{[7][12][9]}.

En résumé, **Acid Cellulase Enzymes For Animal Feed Additives** est un additif enzymatique utile pour améliorer la valorisation des aliments végétaux fibreux, avec un niveau de preuve particulièrement solide dans les applications d'ensilage, de prétraitement et de rations riches en coproduits. Son emploi doit rester rationnel : ciblé sur des matrices où la cellulose est un obstacle réel, intégré à la formulation globale, et interprété avec les documents fournis avec la commande Enzymes.bio .

Commander Acid Cellulase Enzymes For Animal Feed Additives en ligne

Vendu par unité de 1 kg, en stock et prêt à expédier. Commandez directement sur notre boutique — payez en ligne et nous traitons votre commande. Un certificat d'analyse et une fiche de données de sécurité sont inclus avec chaque commande.

[Acheter Acid Cellulase Enzymes For Animal Feed Additives →](#)

Références

Numérotées par ordre de première citation. Sources en libre accès, chacune vérifiée comme accessible au moment de la publication ; les numéros de citation dans le texte renvoient ici.

1. Dadwal, A., Sharma, S., & Satyanarayana, T. (2021). Thermostable cellulose saccharifying microbial enzymes: Characteristics, recent advances and biotechnological applications. *International Journal of Biological Macromolecules*.
2. Singh, A., Bajar, S., Devi, A., & Pant, D. (2021). An overview on the recent developments in fungal cellulase production and their industrial applications. *Bioresource Technology Reports*, 14, 100652.

3. Santoso, B., Widayati, T., & Hariadi, B. (2020). Improvement of Fermentation and the In Vitro Digestibility Characteristics of Agricultural Waste-Based Complete Feed Silage with Cellulase Enzyme Treatment. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 8.
4. Kholif, A., Hamdon, H., Gouda, G., Kassab, A., Morsy, T., & Patra, A. (2022). Feeding Date-Palm Leaves Ensiled with Fibrolytic Enzymes or Multi-Species Probiotics to Farafra Ewes: Intake, Digestibility, Ruminal Fermentation, Blood Chemistry, Milk Production and Milk Fatty Acid Profile. *Animals*, 12.
5. Ramadhani, S. I., Ardyati, T., & Sjoftan, O. (2023). Screening of Cellulolytic Bacteria from Sugarcane Waste (Bagasse) and Optimization of Cellulase Activity as Animal Feed. *Journal of Tropical Life Science*.
6. He, L., Zhou, W., Wang, Y., Wang, C., Chen, X., & Zhang, Q. (2018). Effect of applying lactic acid bacteria and cellulase on the fermentation quality, nutritive value, tannins profile and in vitro digestibility of Neolamarckia cadamba leaves silage. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 102, 1429-1436.
7. Ferreira, I. M., Mantovani, H., Vedovatto, M., Cardoso, A. S., Rodrigues, A. A., Homem, B. G. C., Abreu, M. J. I. J. I., ... et al. (2025). Impact of dietary exogenous feed enzymes on performance, nutrient digestibility, and ruminal fermentation parameters in beef cattle: a meta-analysis. *Animal*, 19 5, 101481 .
8. Simon, A. L., Copetti, P., Lago, R. V., Vitt, M. G., Nascimento, A. L., Silva, L. E. L., Wagner, R., ... et al. (2023). Inclusion of exogenous enzymes in feedlot cattle diets: Impacts on physiology, rumen fermentation, digestibility and fatty acid profile in rumen and meat. *Biotechnology Reports*, 41.
9. Vitt, M. G., Brunetto, A. L., Leal, K., Deolindo, G. L., Corrêa, N. G., Silva, L. E. L., Wagner, R., ... et al. (2025). Use of a Blend of Exogenous Enzymes in the Diet of Lactating Jersey Cows: Ruminal Fermentation In Vivo and In Vitro, and Its Effects on Productive Performance, Milk Quality, and Animal Health. *Fermentation*.
10. Chen, X., Liang, X., Shi, N., He, L., Ma, Y., Zhu, D., Ni, Z., ... et al. (2024). New wheat straw fermentation feed: recombinant Schizosaccharomyces pombe efficient degradation of lignocellulose and increase feed protein. *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, 55, 36 - 44.
11. Dzulqaidah, A. M. A., & Islamiyati, R. (2025). Impact of Eco-Enzyme Application on Nutrient Intake, Fiber Composition, and Feed Digestibility in PE Goats Using Agro-Industrial Waste-Based Complementary Feed. *Journal of Global Innovations in Agricultural Sciences*.
12. Rodríguez-Soriano, F. A., López-Coello, C., Ávila-González, E., Arce-Menocal, J., Fascina, V., & Chárraga-Aguilar, S. (2025). Sfericase protease, phytase, and xylanase combination improves body weight, feed conversion rate, ileal digestibility, and gut morphology in broilers. *Frontiers in Animal Science*.
13. Chang, C., Lee, C., Chan, Y., Trudeau, D., Wu, M., Tsai, C., Yu, S., ... et al. (2016). Exploring the Mechanism Responsible for Cellulase Thermostability by Structure-Guided Recombination. *PLoS ONE*, 11.

Contacter Enzymes.bio

Des questions sur une commande ? Notre équipe se fera un plaisir de vous aider.

E-MAIL wholesale@enzymes.bio

TÉLÉPHONE (ÉTATS-UNIS) **+1 (507) 428-6057**

[Nous contacter →](#)



400+ Clients B2B



60+ partenaires de recherche universitaires



54 servis dans le monde entier

© 2026 Enzymes.bio · Fourniture d'enzymes industrielles & de transformation alimentaire · Non destiné à la consommation humaine ni à la vente au détail.