



NUTRI • KNOW

Production d'engrais

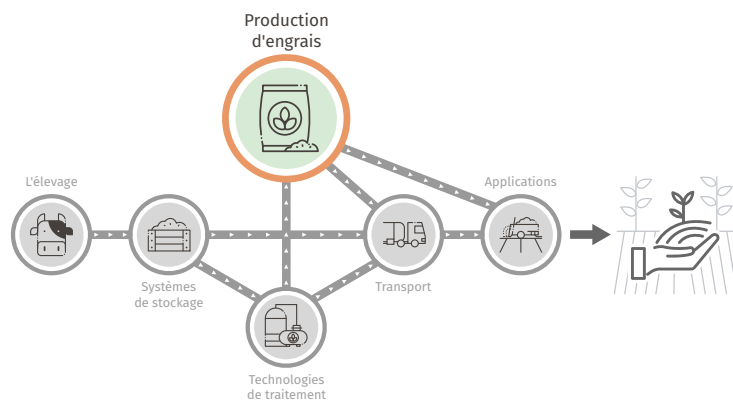
Technologies, outils et pratiques recommandées par les groupes opérationnels EIP-AGRI de NUTRI-KNOW



Introduction

Les sous-produits agricoles tels que le fumier animal et les sous-produits de transformation sont riches en nutriments essentiels tels que l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K). Bien qu'ils soient considérés comme des sous-produits agricoles, ils peuvent être utilisés à l'état brut ou transformés en produits susceptibles de remplacer les engrais synthétiques. Dans certains cas, les nutriments tels que l'azote, qui peut être perdu dans l'environnement sous forme d'ammoniac-N par exemple, peuvent être capturés et conservés sous forme d'engrais. L'utilisation de nutriments recyclés et recapturés comme engrais dans l'agriculture contribue à fermer la boucle du cycle des nutriments et peut développer la bioéconomie locale.

Cette publication donne un aperçu des expériences de production d'engrais, des outils d'aide à la décision, des technologies et des recommandations qui sont le résultat de cinq groupes opérationnels EIP- AGRI liés à la gestion des nutriments. Ces groupes et les projets associés se sont concentrés sur la production d'engrais à partir de sous-produits agricoles tels que l'herbe et le fumier. En outre, ils fournissent des connaissances sur la gestion des nutriments et sur la manière dont la production d'engrais recyclés biosourcés peut contribuer à une agriculture plus durable. Ils y parviennent en capturant des nutriments équivalents à des engrais minéraux, qui seraient autrement perdus sous forme d'ammoniac et d'émissions de gaz à effet de serre (GES), et en contribuant à l'utilisation efficace et prévisible des nutriments.



Production d'engrais

Une gestion innovante et respectueuse de l'environnement des sous-produits agricoles en tant qu'engrais peut contribuer à responsabiliser les agriculteurs et à modifier leur rôle dans la bioéconomie, en les faisant passer du statut de fournisseurs de biomasse bon marché à celui de producteurs de produits biosourcés. Les engrais présentés ici sont produits à partir d'herbe de faible qualité ou de fumier animal en utilisant des technologies de pointe, après avoir subi diverses étapes de traitement qui peuvent être utilisées directement dans la ferme. Pour plus d'informations, voir les liens vers les pages d'accueil des Groupes Opérationnels présentés ci-dessous.



Engrais biosourcés et agriculture biologique

Le développement d'engrais biosourcés est une approche prometteuse pour répondre aux besoins de gestion des nutriments dans les exploitations biologiques, en particulier sur les fermes sans élevage, où il n'est pas possible d'établir des liens entre les exploitations de culture et d'élevage. Contrairement à de nombreuses fermes non biologiques, la nutrition des cultures biologiques est principalement basée sur des aspects biologiques de la fertilité du sol plutôt que sur l'apport d'éléments nutritifs. Par conséquent, l'importation d'engrais biosourcés doit s'inscrire dans une stratégie de gestion plus large de la ferme, qui vise à maintenir la fertilité du sol à long terme pour optimiser le rendement, tout en évitant de dépendre d'intrants externes. En vertu de la législation européenne sur l'agriculture biologique, tous les engrais biosourcés doivent être autorisés avant d'être utilisés dans la production biologique.



Engrais azotés issus du fumier

Le stripping-scrubbing est une approche innovante qui peut être appliquée localement à la ferme pour récupérer les nutriments du fumier en sels d'ammonium sous forme de produits RENURE (REcovered Nitrogen from manURE). Les sels d'ammonium sont riches en azote sous une forme facilement assimilable par les cultures. La production de produits RENURE en remplacement des engrais azotés synthétiques permet de résoudre les problèmes de surplus de nutriments d'origine animale au niveau local et de réduire les coûts des engrais.



Des essais sur terrain pour évaluer le nitrate d'ammonium en tant qu'engrais sur des parcelles de pommes de terre et de maïs après une application initiale de fumier animal ont indiqué qu'il peut être aussi efficace que les engrais synthétiques (urée et nitrate d'ammonium et de calcium) en termes d'efficacité et de valeur nutritive.

Avantages

- Dans certains cas, les cultures traitées au nitrate d'ammonium ont donné de meilleurs résultats que la référence, bien que cela soit en partie dû à l'hétérogénéité due à une saison de croissance sèche.
- Le nitrate d'ammonium était compatible avec un

motoculteur pour la fertilisation des pommes de terre et avec l'injection d'un semoir pour les semis de maïs.

- Actuellement, ces engrais sont classés comme fumier animal et doivent donc être conformes à la directive 91/676/CEE sur les nitrates. Au moment de cette rédaction (mai 2024), un processus de consultation est en cours par la Commission Européenne pour modifier la Directive afin de permettre l'utilisation d'engrais RENURE spécifiques pour améliorer le remplacement des engrais chimiques par des engrais biosourcés. Il s'agit des sels d'ammonium, des concentrés minéraux d'osmose inverse et de la struvite.
- Bien que le nitrate d'ammonium dérivé du stripping-scrubbing ait une teneur en azote inférieure à celle des engrais azotés synthétiques, il présente un excellent potentiel de substitution aux engrais synthétiques, car il peut être produit localement à la ferme et il a également le potentiel d'augmenter le revenu des agriculteurs.



Nitrate d'ammonium récupéré du processus de stripping-scrubbing.



Teneur en nutriments

La valeur nutritive du nitrate d'ammonium (10-15 % N) en tant qu'engrais, après une première application de fumier animal, a été comparable à celle du l'engrais synthétique.



État actuel

Les sels d'ammonium sont produits à l'échelle pilote et utilisés dans des exploitations agricoles avec des opérations à grande échelle se déroulant en Belgique, chez Detricon (entreprise flamand) à Gistel et chez Strocon (entreprise néerlandaise) à Hoogdele dans le cadre du projet NITROMAN. Les résultats d'une méta-analyse dans ce Groupe Opérationnel ont suggéré que la capacité d'une installation de stripping-scrubbing devrait être d'au moins 20 000 tonnes de fumier par an pour atteindre les économies d'échelle souhaitées.



Scannez le code QR pour en savoir plus sur la page web du Groupe Opérationnel **RENURE**

Engrais azoté dérivé de l'air des porcheries

Le Groupe Opérationnel Gas Loop a développé une technologie innovante pour éliminer l'ammoniac de l'air des porcheries et le récupérer sous forme de solution de sulfate d'ammonium, fermant ainsi la boucle du cycle de l'azote. L'azote, un nutriment essentiel, est souvent émis sous forme d'ammoniac nocif, ce qui peut avoir des effets négatifs sur les animaux, l'environnement et la santé humaine. Cette technologie capture l'azote ammoniacal et le transforme en engrais, empêchant sa dispersion. Le traitement de l'air repose sur l'absorption chimique de l'ammoniac par lavage avec un réactif acide dans une tour. La solution d'acide sulfurique (H_2SO_4) réagit avec l'ammoniac (NH_3) pour former une suspension stable de sulfate d'ammonium ($(NH_4)_2SO_4$) (typiquement 6 % N et 8 % S) qui s'accumule dans un réservoir à la base de la tour de lavage.

Le traitement a été testé pendant 2 ans dans des cycles d'engraissement de porcs pour la chaîne d'approvisionnement du jambon de Parme AOP, et il a produit de l'engrais à base de sulfate d'ammonium en utilisant la technologie de lavage de l'air, suivie d'une caractérisation chimique. La solution de sulfate d'ammonium récupérée a réduit les émissions de gaz à effet de serre en remplaçant les engrais azotés industriels.



Engrais au sulfate d'ammonium

Benefits

- Ce « système de lavage de l'air » améliore le bien-être animal et augmente la productivité grâce à une meilleure qualité de l'air à l'intérieur des porcheries.
- L'ammoniac présent dans l'air à l'intérieur de la porcherie est récupéré sous forme de solution de sulfate d'ammonium, et cette solution peut ensuite être valorisée en tant que qu'engrais minéral azoté. Le système de capture de l'ammoniac de l'air d'une porcherie permet de récupérer 14,5 kg d'azote par an et par tonne de poids vif de porc hébergé, évitant ainsi 66 kg équivalent CO₂ par tonne de poids vif de porc par an en évitant la production de la même quantité d'engrais azoté synthétique.
- La production de la solution de sulfate d'ammonium (230 litres par tonne de poids vif porcin par an) se caractérise par un pH de 4, un contenu total en azote de 6 % (99 % sous forme d'ammoniac-N) et un carbone organique total de 1 % en poids.
- Jusqu'à 14,5 kg d'azote par tonne de poids vif par an ont été récupérés, et jusqu'à 1,94 kg d'émissions d'ammoniac par place animale par an ont été évitées.
- Dans une ferme porcine avec un poids vif moyen de 1 150 tonnes (environ 10 500 places d'engraissement), 16,8 tonnes d'azote par an pourraient être récupérées.



Contenu en nutriments

Contenu total en azote de 6 % (99 % sous forme d'ammoniac-N).



État actuel

Le traitement de l'air est actuellement en fonctionnement, et le sulfate d'ammonium produit est utilisé à l'échelle de la ferme. Les engrais à base de sulfate d'ammonium récupérés sont classés sous la réglementation européenne sur les produits fertilisants en tant qu'engrais inorganique liquide à l'azote sous la catégorie fonctionnelle de produits (PFC) 1.



Scannez le code QR pour en savoir plus sur la page web du Groupe Opérationnel **GAS LOOP**

Production de l'engrais struvite à partir de fumier et de digestat

En Italie, certaines régions possèdent un niveau élevé d'élevage où une gestion optimale du fumier et des digestats pourrait entraîner une réduction des émissions. Le traitement du digestat ou du fumier peut favoriser la délocalisation des surplus d'azote et de phosphore des zones à forte concentration d'élevage vers des zones caractérisées par une demande d'engrais synthétiques, suivant les principes de Récupération et Réutilisation des Nutriments.

Une nouvelle technologie a été développée pour produire un engrais biologique, à savoir la struvite ($\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Cet engrais renouvelable à libération lente, riche en nutriments essentiels tels que le phosphore (P), l'azote (N) et le magnésium (Mg), peut remplacer les engrais synthétiques dans les zones caractérisées par des déficits en nutriments. L'efficacité de la récupération du P et du N était plus élevée après une pré-acidification du digestat pour augmenter la disponibilité du P (pH du digestat réduit à 7,5 par rapport à la valeur initiale de 8,5), suivie d'une microfiltration pour éliminer les solides. L'ajout de Mg et d'une solution alcaline (pour augmenter le pH de 7,5 à 9) a favorisé le développement des cristaux et leur précipitation.



Usine pilote de traitement de production de struvite

Le P et le N étaient donc concentrés sous forme de particules de struvite en suspension, une forme plus stable que les orthophosphates et l'ammoniac. Les particules de struvite doivent ensuite être récupérées et raffinées avant d'être utilisées comme engrais.



Stade actuel de raffinage del précipité riche en struvite

Avantages

- Le précipité contenant de la struvite peut être utilisé par les producteurs de fertilisants ou comme matière première pour la production d'engrais phosphatés.
- En réduisant le contenu en P, N et matière sèche du fumier et des digestats, les émissions d'ammoniac, de méthane et de protoxyde d'azote ont été réduites à partir du stockage liquide des digestats et de la phase d'application au sol.



Contenu en nutriments

Le précipité contenant de la struvite est actuellement sous forme liquide et doit être séché en fonction de la teneur en eau. La struvite raffinée et pure contient P, N et Mg à 13 %, 6 % et 11 %, respectivement.



État actuel

La fraction du précipité contenant de la struvite nécessite un affinage supplémentaire—tel que le séchage, le nettoyage et la granulation par un fabricant d'engrais—pour remplacer les engrais minéraux. Cela garantit une meilleure conformité avec les catégories de matières constitutives (CMC) de la nouvelle réglementation européenne sur les engrais et les besoins des utilisateurs. La forte teneur en eau, en solides et en matière organique dans les matrices récupérées riches en struvite reste un problème critique. Le projet OG Struvite est terminé, mais la recherche et les activités ne s'arrêtent pas ; elles seront poursuivies dans un nouveau projet Struvite.



Scannez le code QR pour en savoir plus sur la page web du Groupe Opérationnel **STRUVITE**

Utilisation du Jus d'Herbe pour Cultiver des Algues

Grass2Algae a développé une approche novatrice pour augmenter la valeur de l'herbe de basse qualité, qui a généralement une faible valeur nutritive pour les animaux et est souvent considérée comme un déchet. Cette nouvelle technologie agricole permet de séparer la fraction liquide de l'herbe de la fraction de fibres par un processus séquentiel de pressage, de sédimentation, de filtration grossière et d'ajustements du pH. Ce jus d'herbe riche en nutriments peut être utilisé par les agriculteurs comme un engrais alternatif pour cultiver des algues, qui peuvent être produites localement à la ferme et vendues comme aliment pour animaux ou comme aliment humain, remplaçant ainsi les importations de protéines.



Culture de microalgues utilisant du jus d'herbe à l'échelle du laboratoire



Culture de microalgues à partir de jus d'herbe à l'échelle pilote - Photos prises à la ferme de Kris Heirbaut

Avantages

- Le jus d'herbe est riche en macro et micronutriments nécessaires à la croissance des microalgues.
- Il peut remplacer les engrais synthétiques et augmenter la durabilité de la production d'algues.
- Les résultats des analyses microbiennes et du produit d'algues montrent que la qualité de la biomasse produite est conforme aux spécifications pour une application alimentaire, ce qui constitue une nouvelle source de revenus pour les agriculteurs.



Contenu en nutriments

- Le contenu en carbone et les nutriments dans le jus d'herbe comprenaient 6717 mg/l de carbone total, 520 mg/l d'azote total, 97 mg/l d'ammonium ($\text{NH}_4\text{-N}$), 11 mg/l de nitrate ($\text{NO}_3\text{-N}$), 192 mg/l de P et 2215 mg/l de K.
- La biomasse d'algues produite avait 17 % d'humidité (partiellement séchée), 41 % de protéines totales, 27 % de glucides totaux, 12 % de graisses totales, 3 % de fibres brutes et 17 % de matières inorganiques.



État actuel

Actuellement, le jus d'herbe est principalement produit au niveau de la ferme et utilisé à la même ferme à une échelle pilote pour la culture des algues.



Scannez le code QR pour en savoir plus sur la page web du Groupe Opérationnel **Grass2Algae**

Engrais à base de Jus d'Herbe

Biorefinery Glas a développé un système pour augmenter la valeur de l'herbe en utilisant une bio-raffinerie à petite échelle. Cela est particulièrement utile lorsque l'échelle de la matière première requise pour l'intégration avec la digestion anaérobie peut ne pas être réalisable. Dans la bio-raffinerie, l'herbe est pressée, et le gâteau de presse solide peut être utilisé comme aliment pour le bétail. Le sous-produit liquide, appelé jus ou lactosérum d'herbe, est riche en nutriments et peut être recirculé sur les terres sous forme de fertilisant. Cet engrais est produit et



GRASSA small-scale biorefinery located in the West Cork Region, Ireland



Grass whey from crushed and pressed grass is produced in the biorefinery

répandu localement à la ferme, garantissant que les nutriments restent sur la ferme.

Des essais sur terrain visant à évaluer l'utilisation du lactosérum comme engrais par rapport au lisier ont été menés, en utilisant un taux d'épandage de 30 m³/ha et un épandage de lisier à faibles émissions.

Avantages

- Le lactosérum d'herbe a présenté des performances comparables à celles du fumier de bétail en tant qu'engrais pour l'herbe.
- L'herbe traitée avec du lactosérum avait une couleur plus « profonde » par rapport à l'herbe traitée au fumier, probablement en raison d'une plus grande disponibilité de chlorophylle, le lactosérum d'herbe agissant également comme un bio-stimulant.
- Une odeur douce et agréable a également été notée lors de l'épandage du lactosérum comparé au fumier.
- La production de lactosérum d'herbe peut augmenter la valeur de l'herbe pour les agriculteurs et réduire leurs coûts d'engrais.



Le lactosérum d'herbe est collecté et épandu comme engrais biosourcé



Contenu en nutriments

Les valeurs nutritionnelles (N, P et K) du lactosérum d'herbe et du fumier étaient comparables.



État actuel

Le lactosérum d'herbe est actuellement produit au niveau de la ferme à une échelle pilote.



Scannez le code QR pour en savoir plus sur la page web du Groupe Opérationnel **Biorefinery Glas**



Résumé

Outils pour aider les agriculteurs

- Valoriser l'herbe des bordures de champs ou d'autres herbes de faible qualité qui ne peuvent pas être utilisées comme aliment pour animaux et sont souvent considérées comme des déchets. (*OG Biorefinery Glas*)
- Capturer l'azote provenant des émissions d'ammoniac des bâtiments d'élevage sous forme de sels d'ammonium, qui sont un sous-produit du traitement de l'air. (*OG Gas Loop*)
- Évaluer la production de struvite en utilisant du fumier ou du digestat comme matière première riche en phosphore. (*OG Struvite*)

Technologies et recommandations

- Réduction des émissions d'ammoniac et de GES en convertissant les émissions d'ammoniac en engrais à base de sulfate d'ammonium et en limitant les émissions en produisant des engrais renouvelables à libération lente sous forme de struvite, qui pourraient remplacer les engrais synthétiques N et P conventionnels. (*OGs Gas Loop, Struvite, RENURE*)
- Production de jus d'herbe riche en nutriments par des bioraffineries et des technologies de séparation, avec le potentiel de remplacer les engrais synthétiques et le lisier, soutenant la croissance durable des algues et de la production d'herbe. (*OGs Biorefinery Glas, Grass2Algae*)

Avantages futurs

- Les engrais produits localement garantissent que les nutriments restent à la ferme, en adoptant une approche « zéro déchet ».
- Possibilité d'augmenter les revenus des agriculteurs en convertissant leurs sous-produits en engrais riches en nutriments de haute valeur.
- Encourager l'équilibrage des nutriments provenant du fumier entre les régions caractérisées par un excès ou un déficit.
- Réduction de la dépendance à l'égard par les engrais minéraux, diminution des coûts d'importation et de transport et, par conséquent, contribution à la circularité de la bioéconomie.





Follow our journey!

Learn more about us at
www.nutri-know.eu

X @NutriKnow

in NUTRI-KNOW

@nutriknoweu

Nutri-Know



Project partners



Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or European Commission. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

