



NUTRI • KNOW

Tecnologies de processament

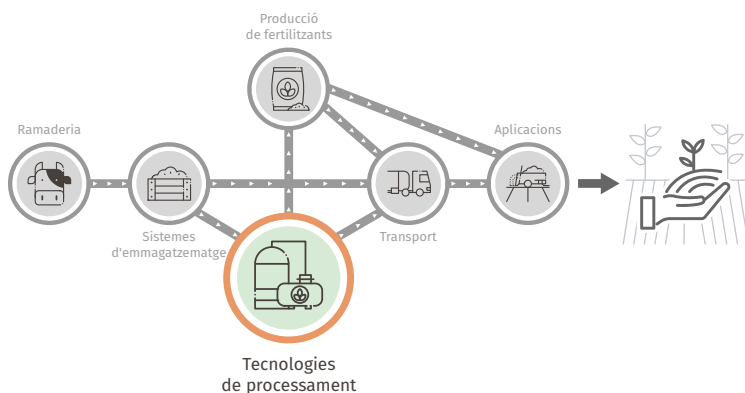
Tecnologies, eines i pràctiques recomanades pels grups operatius EIP-AGRI de NUTRI-KNOW



Introducció

Les restriccions a l'aplicació de nutrients als camps combinades amb la presència de bestiar intensiu, l'escassetat de nutrients (per exemple, fòsfor) i els preus volàtils dels fertilitzants minerals d'origen fòssil impulsen els agricultors a invertir en tecnologies de processament de nutrients. Com a tecnologies de processament ens referim principalment a les tecnologies utilitzades per processar productes agrícoles per aconseguir una millor qualitat, o per tractar productes de rebuig agrícoles per a la producció de fertilitzants, per a la generació d'energia o per mitigar el seu impacte ambiental. Alguns exemples d'aquestes tecnologies inclouen la digestió anaeròbica, el compostatge, la separació sòlid-líquid, l'assecatge tèrmic, la incineració, la nitrificació-desnitrificació, etc.

Aquest llibret ofereix una descripció general de les eines de suport a la presa de decisions, les tecnologies i les pràctiques recomanades que són el resultat dels principals grups operatius d'EIP-AGRI. Aquests grups i projectes associats s'han centrat a millorar les tecnologies de processament per recuperar nutrients i brindar coneixements sobre les innovacions i els avantatges i desafiaments de la seva adopció.



Tecnologies de processament

Aquest llibret destaca les innovacions i millores en les tecnologies per al processament de productes de rebuig agrícoles. Les tecnologies presentades aquí donen suport a la gestió de les dejeccions ramaderes, així com a l'economia circular a les granges. Per obtenir més informació, consulteu els enllaços a les pàgines d'inici dels grups operatius que es presenten a continuació.



Productes d'origen biològic i agricultura ecològica

La creació de productes d'origen biològic pot ajudar a fomentar cadenes de subministrament de circuit tancat mitjançant el reciclatge de dejeccions i altres materials de rebuig. També poden estimular l'adopció de pràctiques innovadores i noves oportunitats de negoci al sector ecològic. La producció sostenible de biogàs, per exemple, té el potencial de reduir les emissions de metà derivades de l'emmagatzematge de fems, generar energia renovable i donar suport al rendiment dels cultius mitjançant l'aplicació de digestat. Les tecnologies de processament i els materials utilitzats per produir productes d'origen biològic han d'estar en consonància amb els principis i les normes de l'agricultura ecològica. Els productes d'origen biològic, per exemple, derivats de productes de rebuig animals obtinguts d'operacions amb estabulació permanent, no estan permesos a l'agricultura ecològica a causa del possible risc de contaminació.



Maneig de les dejeccions ramaderes

La gestió dels fems del bestiar planteja desafiaments ambientals i econòmics per als agricultors, especialment en àrees d'alta densitat ramadera. El concentrador de purins aborda aquest problema separant les dejeccions en una fase semilíquida rica en nutrients i una fase líquida amb baix contingut en nutrients. Concentra el 85-95% de sòlids, el 45-55% de nitrogen i el 85-95% de fòsfor, cosa que redueix el volum total en un 20-30%. La fracció semilíquida rica en nutrients és ideal per al transport a llarga distància, ja que redueix els costos i permet l'exportació de nutrients a àrees no vulnerables, mentre que la fracció líquida, amb més volum i menor contingut de nutrients, és adequada per als camps propers. Aquest procés és rendible, minimitza les emissions i utilitza un mínim d'energia.

Com funciona: La tecnologia del concentrador de purins s'instal·la en una bassa de purins, amb flotadors que garanteixen la seva posició a la superfície de la bassa. Es requereix una bassa addicional a prop de la bassa de purins per recol·lectar el fang diluït que es descarrega del concentrador. Per tant, la resta de l'equip s'ubica entre aquestes dues basses, amb una canonada de connexió que dirigeix el flux a la bassa addicional.

Beneficis

- **Eficiència i impacte ambiental:** Els seus baixos requisits de manteniment i el seu funcionament energèticament eficient donen com a resultat un menor consum de recursos i menys costos d'energia al llarg del temps. A més, la capacitat del concentrador per separar i aplicar nutrients de manera eficient minimitza els productes de rebuig i l'impacte ambiental, d'acord amb les pràctiques agrícoles sostenibles i les normes reguladores.

- Versatilitat i facilitat d'ús: Instal·lació senzilla amb necessitats mínimes d'infraestructura. Requereix dues basses independents, però el disseny mòbil permet un fàcil transport entre granges, adequant-se tant a l'ús individual com al cooperatiu.
- Estalvi de costos i rendibilitat: L'ús compartit d'equips per a les dues fraccions líquides redueix els costos d'inversió i operació, fet que es tradueix en estalvis importants a llarg termini.
- Monitorització millorada i fertilització de precisió: els sistemes de monitorització integrats brinden dades de nutrients en temps real, la qual cosa permet una fertilització precisa adaptada a les necessitats del sòl i del cultiu, optimitzant la salut del sòl, minimitzant la pèrdua de nutrients i reduint les emissions. Els sistemes de monitorització integrats del concentrador de purins permeten als agricultors controlar i administrar l'aplicació de nutrients de manera més efectiva. Els dispositius en línia brinden dades en temps real sobre el contingut de nutrients a la fracció líquida, la qual cosa permet pràctiques de fertilització precises adaptades als requisits específics del sòl i del cultiu. Aquesta capacitat optimitza la salut i la productivitat del sòl, minimitza les pèrdues de nutrients i redueix les emissions, cosa que promou pràctiques agrícoles sostenibles i millora la gestió ambiental.



Estat actual

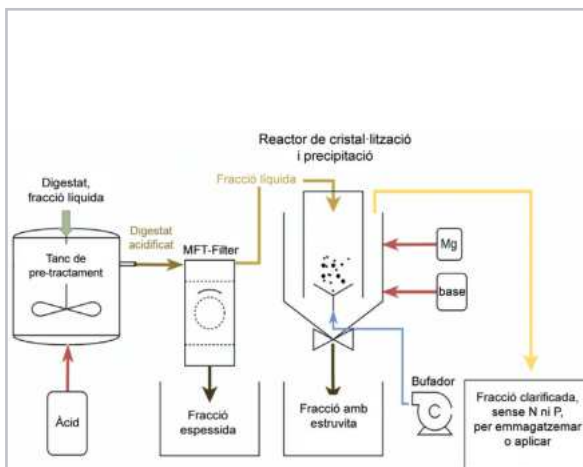
La prova pilot ha demostrat la viabilitat tecnològica i econòmica de la proposta per al seu ús a les explotacions ramaderes i per part de la cooperativa per a una gestió eficient de les dejeccions. A més, la Cooperativa Plana de Vic us pot oferir una simulació gratuïta per avaluar la viabilitat de la concentradora de purins a la vostra explotació.



Escanegeu el codi QR per obtenir més informació a la pàgina web del Grup Operatiu **Slurry Concentrator**

Tractament de digestat per produir estruvita

El Grup Operatiu STRUVITE ha dissenyat i implementat un prototip a escala d'explotació capaç de recuperar estruvita (fosfat d'amoni i magnesi hidratat - $\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) del digestat agrícola. D'aquesta manera, un excendent de nutrients de zones d'alta intensitat ramadera es pot reubicar en regions amb demanda de fertilitzants químics. El tractament del digestat consisteix en una separació sòlid-líquid mitjançant una premsa de cargol. La fracció líquida, amb un pH de 8,5, s'acidifica fins a un pH de 7,5 per mineralitzar el fòsfor orgànic. La microfiltració a 40 micres elimina parcialment els sòlids en suspensió i la matèria orgànica que dificulta la formació d'estruvita. Finalment, en un reactor de cristal·lització i precipitació, s'hi afegeix magnesi i una base (per portar el pH a 9) per promoure la formació de cristalls d'estruvita i una recuperació eficient de nitrogen i fòsfor.



Disposició de la planta de tractament

Beneficis

- El prototip del sistema d'estruvita va recuperar eficaçment el fòsfor i el nitrogen del digestat, per tant és tècnicament viable.
- El precipitat que conté estruvita pot ser explotat pels productors de fertilitzants o podria utilitzar-se com a matèria prima per produir fertilitzants de fosfat i reemplaçar els minerals de fosfat finits.
- Les proves que inclouen acidificació, basificació i microfiltració mostren nivells reduïts de nitrogen i fòsfor a la fracció clarificada
- En reduir el contingut de P, N i matèria seca a les dejeccions i el digestat del bestiar, s'han reduït les emissions d'amoniac, metà i òxid nitrós a la fase d'emmagatzematge del digestat líquid i a la fase d'aplicació al sòl.



Planta pilot de tractament d'estruvita recuperada del digestat



Estat actual

La fracció precipitada que conté estruvita requereix un refinament addicional per part d'un fabricant de fertilitzants per reemplaçar els minerals de fosfat amb fòsfor recuperat del digestat. L'alta concentració de sòlids i matèria orgànica al digestat, fins i tot si es microfiltra, continua sent un problema crític per a l'eficiència del tractament.

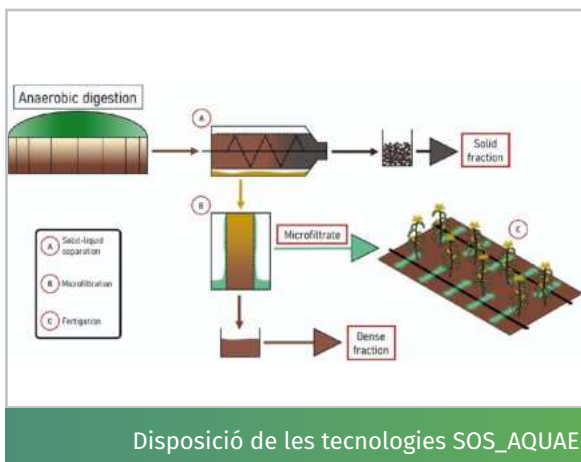


Escanegeu el codi QR per obtenir més informació a la pàgina web del Grup Operatiu **STRUVITE**

Microfiltració de digestat per fertirrigació en línies de degoteig subterrànies

La fertirrigació amb digestat de plantes de biogàs és una pràctica que millora significativament l'eficiència de l'ús de nutrients als cultius en creixement. Tot i això, encara no està molt estesa a causa de les característiques fisicoquímiques del digestat. Fins i tot quan s'aclareix, pot provocar l'obstrucció dels filtres en una línia de fertirrigació.

SOS_AQUAE prova i promou un sistema integrat innovador per valoritzar la fracció líquida del digestat a la fertirrigació, amb l'objectiu de maximitzar l'eficiència de la reutilització de nutrients i reduir la necessitat de fertilitzants minerals. Inicialment, el digestat se sotmet a una separació sòlid-líquid comuna, cosa que dona com a resultat una fracció sòlida i una fracció líquida clarificada. A continuació, la fracció clarificada es microfiltra a 50 µm, produint així un digestat microfiltrat.



Disposició de les tecnologies SOS_AQUAE

Microfiltració de digestat per fertirrigació en línies de degoteig subterrànies

A continuació, aquest es transfereix al camp i es barreja amb aigua per a la fertirrigació de cultius en creixement, i s'injecta en un sistema de reg per degoteig subterrani amb línies de degoteig soterrades a una profunditat de 25-30 cm.

Beneficis

- El digestat microfiltrat en línies de degoteig de subfertirrigació és una solució tècnicament i econòmicament viable amb baixos costos de filtració.
- El procés de microfiltració evita l'obstrucció i l'embrutament dels filtres de la línia de fertirrigació. Les línies de degoteig han estat especialment desenvolupades per a aquest propòsit.
- La fracció líquida del digestat (la fracció més present i més problemàtica a valoritzar) es barreja amb aigua a la fertirrigació per a un ús eficient dels nutrients i per estalviar fertilitzants minerals i aigua.
- Es redueixen les olors, les emissions d'amoníac i la lixiviació de nitrats.
- Possibilitat d'allargar el període agronòmic per a la dispersió del digestat.



Unitat de microfiltració de digestat



Fertirrigació amb digestat microfiltrat procedent del tanc de purins



Estat actual

El digestat microfiltrat que es pot injectar amb tecnologia de fertirrigació per degoteig ja està disponible al mercat. També hi ha altres aplicacions.



Escanegeu el codi QR per obtenir més informació a la pàgina web del Grup Operatiu **SOS_AQUAE**

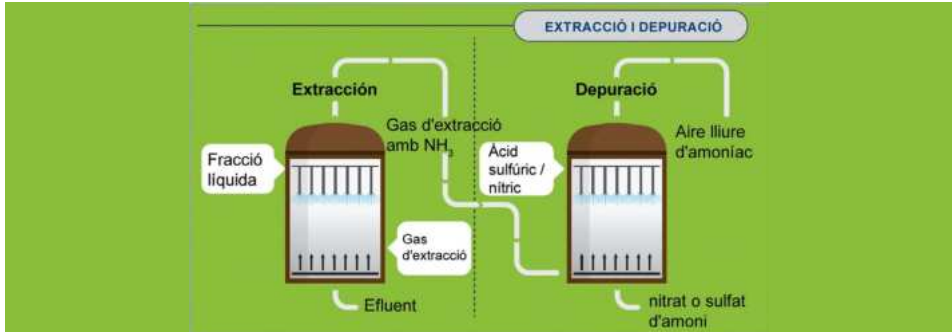
Recuperació de sals d'amoni de les dejeccions

La recuperació de sals d'amoni (nitrat i sulfat d'amoni) a través del procés de stripping (evaporació) - scrubbing (rentat) de les dejeccions és una tècnica innovadora llesta per a la seva comercialització. El producte resultant s'anomena RENURE (nitrogen recuperat de les dejeccions) i el procés consta de dos passos:

- Stripping: En el primer compartiment, s'injecta aire per eliminar l'amoniac gasós alliberat de la fracció fina dels fems o del digestat, a causa de l'augment del pH i/o la temperatura.
- Scrubbing: l'aire ric en amoniac es ruixa amb una solució fortament àcida, com ara àcid sulfúric o àcid nítric, per formar sulfat o nitrat d'amoni, respectivament.



El sulfat d'amoni (esquerra) i el nitrat d'amoni (dreta) recuperats a través del procés de stripping - scrubbing



Esquema teòric del procés de stripping - scrubbing per a la recuperació de sulfat/ nitrat d'amoni procedent de fems i digestat

El preu estimat de la instal·lació operativa és d'aproximadament 100-150€/m³. Requereix una capacitat de processament de fem anual de 20.000 tones per assolir la viabilitat econòmica desitjada.

El 2020, la Comissió Europea va proposar els criteris “RENURE” per permetre l'ús segur del nitrogen recuperat dels fems per substituir els fertilitzants químics. D'aquesta manera, l'excedent de nutrients de les zones amb una alta densitat ramadera es pot redistribuir a les regions amb demanda de fertilitzants químics. Les sals d'amoni recuperades mitjançant el procés de stripping - scrubbing són reconegudes com a candidates RENURE, ja que tenen un alt potencial per substituir completament els fertilitzants químics en l'aplicació sobre el terreny.



Estat actual

Diversos pioners produeixen actualment aquests productes a Flandes (Bèlgica). La Comissió Europea està treballant actualment per permetre l'ús de RENURE, inclòs el digestat àmpliament tractat, per sobre del límit de 170 kg N/ha/any per a les dejeccions ramaderes. El projecte de modificació de l'annex 3 de la Directiva 1/676/CEE sobre nitrats donaria als Estats membres l'opció de permetre un límit addicional de 100 kg N/ha/any per als productes RENURE per sobre del límit actual.



Escanegeu el codi QR per obtenir més informació a la pàgina web del Grup Operatiu **RENURE**

Sistema de rentat d'amoniac de l'aire en bestiar porcí

Gas Loop ha desenvolupat un sistema avançat de tractament de l'aire per reduir de manera eficaç les emissions d'amoniac de la ramaderia porcina. Els sistemes de rentat de l'aire eliminen l'amoniac a l'interior de les sales dels porcs i el recuperen en una solució de sulfat d'amoni. El dispositiu aspira l'aire ric en amoniac de l'estable a través de conductes de succió situats sota el terra de reixeta. D'aquesta manera, es capturen les emissions d'amoniac i s'evita que es propaguin a les sales on s'allotgen els animals. El tractament de l'aire es basa en l'absorció química de l'amoniac mitjançant un rentat àcid a contracorrent en una torre. S'utilitza una solució d'àcid sulfúric (H_2SO_4) per reaccionar amb l'amoniac (NH_3), formant així una suspensió estable de sulfat d'amoni ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) que s'acumula en un tanc a la base de la torre. Amb cabals de tractament baixos (14 m^3/h per cap de bestiar) s'ha observat una reducció significativa de les emissions. Això augmenta el benestar i la productivitat dels animals, gràcies a una millor qualitat de l'aire. El tractament ha estat

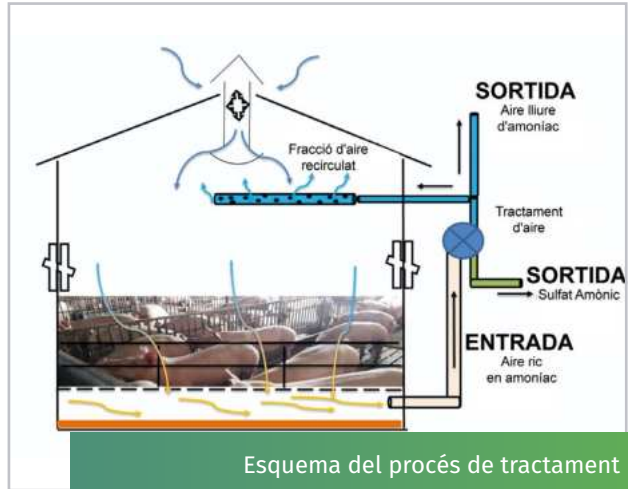


Granja de porcs Sant'Anna, socis del grup Gas Loop.

provat durant 2 anys en explotacions de porcs d'engreix per a la cadena de subministrament de pernil de Parma DOP.

Beneficis

- El tractament de l'aire redueix les emissions d'amoníac del bestiar porcí a 1,94 kg de NH_3 per cap de bestiar per any.
- El tractament de l'aire millora la qualitat de l'aire interior, reduint la concentració d'amoníac a l'interior de la sala tractada un 62% respecte a la sala de control.
- El tractament té efectes positius en la productivitat dels porcs, degut a l'augment del benestar animal.
- L'amoníac present a l'aire de l'estable es recupera en forma de solució de sulfat d'amoní, que es pot valorar com a fertilitzant nitrogenat mineral.



Estat actual

Gas Loop ha implementat el sistema de tractament d'aire per capturar amoníac en bestiar porcí fins a un nivell de maduresa tecnològica (TRL 8). El sistema està instal·lat a les granges porcines dels socis del Grup Operatiu. L'innovador sistema de tractament d'aire està llest per posar-se en pràctica.



Escanegeu el codi QR per obtenir més informació a la pàgina web del Grup Operatiu **GAS LOOP**

Digestors de butxaca per produir biogàs

Els digestors de petita escala, o digestors de butxaca, poden produir biogàs a partir de biomassa de l'explotació per satisfer les demandes energètiques de la mateixa. De moment, aquestes instal·lacions se situen gairebé exclusivament en explotacions lleteres a causa de les propietats fàcilment fermentables del purí boví. Després de la digestió, es produeix biogàs i digestat. El biogàs es valoritza per produir electricitat i calor mitjançant una unitat de cogeneració (CHP). La potència elèctrica de la CHP vinculada a un digestor de butxaca no supera els 200 kW. El digestat es pot escampar als camps com a fertilitzant orgànic d'alta qualitat o millorador del sòl. Les emissions de gasos d'efecte hivernacle es redueixen en evitar (en part) l'emmagatzematge a llarg termini dels fems, i en reemplaçar (en part) els combustibles fòssils necessaris per satisfer la demanda energètica de l'explotació.



Guia de consells - Disponible online

Tot i que la tecnologia va tenir un apogeu inicial quan es va introduir a Flandes (Bèlgica), van sorgir diversos obstacles, incloses imperfeccions tècniques, desafiaments biològics, coneixements i experiència limitades, dificultats de comunicació i una gran càrrega administrativa. El Grup Operatiu Pocketboer

II té com a objectiu abordar aquests problemes persistents i comuns amb els digestors de butxaca. El projecte promou la implementació de solucions en plantes existents i futures per millorar el rendiment i l'eficiència dels digestors. En crear i difondre informació pràctica, ha augmentat la consciència i l'interès entre els agricultors en aquesta tècnica.



Digestor de butxaca amb separador de nitrogen (©Bioelectric)



Estat actual

Pocketboer II ha aconseguit millorar el rendiment dels digestors. L'any 2022, hi havia 55 digestors de butxaca a Flandes (Bèlgica). La incertesa al voltant del nitrogen i el suport a les inversions tenen un gran impacte en la viabilitat econòmica dels projectes nous i existents.



Escanegeu el codi QR per obtenir més informació a la pàgina web del Grup Operatiu **Pocketboer II**

Economia circular de l'herba

L'ús eficient de les primeres matèries pot ajudar a reduir les importacions de biocombustibles, proteïnes i fertilitzants. En diversificar la producció de pastura i resoldre desafiaments importants en l'agricultura tradicional, s'ha establert una biorefineria de pastura a petita escala en una granja al sud-oest d'Irlanda per ajudar a satisfer aquestes necessitats del mercat.

L'herba fresca es talla, es transporta i es carrega a la tremuja de la biorefineria. Aquest herba es tritura i es carrega utilitzant una extrusora per separar més del 50% en una coca premsada amb alt contingut de fibra sòlida. Aquesta fracció sòlida conté totes les proteïnes que necessiten els remugants i, alhora, elimina els components que no utilitzen de manera molt eficaç. D'aquesta manera, es pot utilitzar per alimentar directament a les vaques, a la vedaga que es redueixen les emissions.

En el procés de biorefineria també es generen tres coproductes a partir de la fracció de suc líquid, que conté l'altre 50% del contingut proteic total, cosa que pot augmentar l'eficiència general de l'explotació:

- Producte d'alt contingut proteic que es pot utilitzar per alimentar pollastres i monogàstrics.



Herba sent triturada i premsada dins de la biorefineria

- Font de sucres d'alt valor nutricional, que són prebiòtics i es poden utilitzar en la nutrició animal.
- Els residus restants contenen una gran quantitat de sucres monosacàrids i nutrients que es poden utilitzar per a la producció de biogàs o la producció de fertilitzants de base biològica.

Aquest tipus de biorefineries a petita escala s'estan desenvolupant amb automatització incorporada, que fa que aquest tipus de tecnologia sigui més accessible per als agricultors. També els permet augmentar l'eficiència dels recursos alhora que aborda els reptes principals en matèria d'emissions. El model de biorefineria podria permetre als agricultors continuar alimentant el bestiar, amb emissions reduïdes, alhora que produeix tres coproductes que poden augmentar l'eficiència i els ingressos generals de la seva explotació.



Herba sent introduïda a la premsa de la biorefineria.



Aliment sec alt en proteïnes per a monogàstrics



Estat actual

Actualment es troba en funcionament una biorefineria de pastura a escala pilot en una granja al sud-oest d'Irlanda, on es produeixen coques de pastura premada i tres coproductes a nivell de granja.



Escanegeu el codi QR per obtenir més informació a la pàgina web del Grup Operatiu **Biorefinery Glas**

Suc d'herba per al cultiu de microalgues

Grass2Algae utilitza suc d'herba per cultivar microalgues, el que pot ser una font addicional d'ingressos per als agricultors i garanteix una economia circular a les granges. A través d'una seqüència de sedimentació, filtració gruixuda i ajustaments de pH, el suc d'herba se separa de les fibres d'herba de baixa qualitat que no es poden utilitzar com a aliment per a animals. El suc d'herba representa el 40-60% del pes total de l'herba i és una excel·lent font de nutrients, ja que és ric en macro i micronutrients que són necessaris per al creixement de les microalgues. Els resultats de l'anàlisi microbià i del producte d'algues van mostrar que la qualitat de la biomassa produïda està a l'alçada de les especificacions per aplicar-les en aliments, cosa que resulta en una nova font d'ingressos per als agricultors. Tot i així, calen estudis futurs per explorar més a fons el potencial del suc d'herba com a fertilitzant i la biomassa d'algues produïda com a aliment per a animals.



Cultiu de microalgues utilitzant suc de gramínies a escala de laboratori



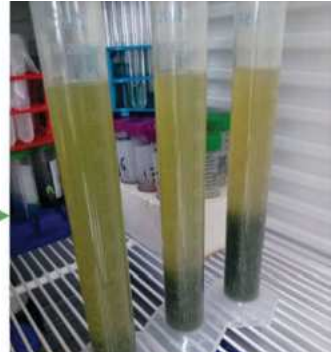
Dilució (5,10, 15%)

+

sedimentació

+

Ajustament de pH a 7



Dilució, sedimentació i ajustament de pH per fer que el suc d'herba sigui adequat per al cultiu d'algues



Cultiu de microalgues a escala pilot utilitzant suc de pastura - Fotografies preses a la granja de Kris Heirbaut



Estat actual

Actualment, el suc d'herba es produeix principalment a nivell de granja i s'utilitza a la mateixa granja per al cultiu d'algues a escala pilot.



Escanegeu el codi QR per obtenir més informació a la pàgina web del Grup Operatiu **Grass2Algae**



Resum

Eines per **optimitzar el processament dels fems**

- L'adopció de tecnologies de processament per a la gestió dels fems o del digestat per recuperar nutrients permet als agricultors augmentar el valor dels seus residus agrícoles. (*OG Slurry Concentrator*)
- Extracció de nutrients dels fems o del digestat per crear fertilitzants (per exemple, estruvita, sals d'amoní). (*OGs Struvite, Gas Loop, RENURE*)
- Reducció de les emissions agrícoles (per exemple, amoníac, metà) en combinació amb la producció d'energia. (*OG Pocketboer II*)
- Ús sostenible de pastures per a la producció d'algues. (*OG Biorefinery Glas, Grass2Algae*)

Tecnologies per al **processament dels fems**

- La separació dels fems per obtenir una fase semilíquida i una fase líquida pot minimitzar els costos de transport i optimitzar l'aplicació de nutrients al terra. (*OG Slurry Concentrator*)
- Tractament de digestat per recuperar nitrogen i fòsfor en forma d'estruvita. (*OG Struvite*)
- Microfiltració de digestat per fer-lo apte per injecció en fertirrigació amb línies de degoteig en lloc de fertilitzants minerals. (*OG SOS_AQUAE*)
- Recuperació de nitrogen de les emissions d'amoníac en fertilitzants de sulfat d'amoní, que poden reemplaçar els fertilitzants sintètics i reduir les emissions de GEH. (*OG GAS LOOP*)
- Digestió de fems a l'explotació per produir biogàs per a electricitat i calor i digestat com a fertilitzant orgànic, reduint així les emissions de GEH vinculades a l'emmagatzematge de fems i a l'ús d'energia fòssil. (*OG Pocketboer II*)
- Valorització de pastures per produir coques de premsa, prebiòtics i aliments

monogàstrics rics en proteïnes, incrementant el valor de pastures de baixa qualitat. (*OG Biorefinery Glas*)

- Valorització de pastura de baix valor mitjançant biorefineries i tecnologies de separació per produir suc de pastura rica en nutrients per al cultiu d'algues com a aliment animal alternatiu, millorant la sostenibilitat de la producció d'algues i augmentant els ingressos dels agricultors. (*OG Grass2Algae*)

Beneficis futurs

- Disminuir la dependència de fertilitzants minerals i energia fòssil, reduint els costos d'importació, de transport i d'electricitat, contribuint així a la circularitat de la bioeconomia.
- Reduir les emissions agrícoles mitjançant la implementació de tecnologies de processament de nutrients (per exemple, digestió en borses, depuració) i gestió sostenible dels fems.
- Més desenvolupament i implementació de tecnologies de processament local de nutrients a escala agrícola (per exemple, biorefineries).
- Reunir els agricultors en cooperatives de coneixement, brindant-los orientació i creant informació pràctica per incidir positivament en la conscienciació, la implementació i la millora de les tecnologies de gestió de nutrients.

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.

