



EVROPSKÁ UNIE
Evropský zemědělský fond pro rozvoj venkova
Evropa investuje do venkovských oblastí
Program rozvoje venkova



PROGRAM ROZVOJE VENKOVA



SEPARACE LISTŮ A STONKŮ LEGUMINÓZ

Josef Hakl, Anne Dostálová, Josef Sklenář, Ivo Háp, Tomáš Klejzar

Česká zemědělská univerzita v Praze
Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i.
Biofarma Sasov
FIDES AGRO, spol. s r. o.

2021

Projekt Separace listů a stonků leguminóz vznikl na základě iniciativy Biofarmy Sasov
a byl financován
Evropským zemědělským fondem pro rozvoj venkova a MZe ČR.



EVROPSKÁ UNIE
Evropský zemědělský fond pro rozvoj venkova
Evropa investuje do venkovských oblastí
Program rozvoje venkova



SEPARACE LISTŮ A STONKŮ LEGUMINÓZ

doc. Ing. Josef Hakl, Ph.D.¹ Ing. Anne Dostálová², Josef Sklenář³, Ing. Ivo Háp, CSc.⁴,
Ing. Tomáš Klejzar³

¹Česká zemědělská univerzita v Praze, ²Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i.,
³Biofarma Sasov, ⁴FIDES AGRO, spol. s r. o.

2021

ISBN: 978-80-213-3134-1

© Biofarma Sasov, Česká zemědělská univerzita v Praze, Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i., Praha Uhřetěves



OBSAH

HONBA ZA PROTEINY	3
ZPŮSOBY VYUŽITÍ PROTEINŮ Z PÍCE	4
LOKÁLNÍ LEGUMINÓZY JAKO ZÁKLAD UDRŽITELNOSTI AGROSYSTÉMU	5
POLNÍ VÝSLEDKY PROJEKTU	8
NUTRIČNÍ ANALÝZY LISTŮ A LODYH	9
SEPARACE NA BIOFARMĚ SASOV	11
TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ SEPARACE NA BIOFARMĚ SASOV	14
VYUŽITÍ V KRMNÝCH DÁVKÁCH PRO HOSPODÁŘSKÁ ZVÍŘATA	16
O BIOFARMĚ SASOV	23

HONBA ZA PROTEINY

Zajištění optimální krmné dávky patří k základům úspěšné chovatelské praxe. Výběr vhodných krmných surovin je určován nejen nutričními požadavky hospodářských zvířat, ale i jejich fyzickou a cenovou dostupností.

Základem proteinových krmiv se ve 20. století stávají sójové boby, které svým vyváženým aminokyselinovým složením nejlépe odpovídají požadavkům intenzivních chovů. Poptávka se ve státech EU umocňuje po roce 2001, kdy v chovech hospodářských zvířat vstoupil v platnost zákaz zkrmování zpracovaných živočišných bílkovin. Pěstování sóji je však díky půdně klimatickým podmínkám v Evropě limitováno, a tak se Evropa spoléhá na dovoz, který je v současné době realizován převážně z USA. Cena a kvalita této dovozové bílkoviny, zejména sójového extrahovaného šrotu, je v porovnání s domácími bílkovinnými zdroji stále výhodná, a tak je díky nízké konkurenceschopnosti pěstování domácích leguminóz ve státech

EU na ústupu. Tento obecný trend představuje společně s nestabilitou světových cen rizikový faktor pro sektor živočišné produkce.

Zajištění bílkovinných krmiv domácí produkce se proto stalo jedním ze strategických cílů společné zemědělské politiky Evropské unie s cílem zastavit nepříznivý vývoj na evropském trhu proteinových krmiv.

Pro ekologické chovy však není dovozová sója možným řešením. Z větší části se jedná o GM plodiny z konvenční produkce, která v případě extrahovaných šrotů neodpovídá ani způsobem zpracování produktu. Ekologické zemědělství navíc klade důraz na uzavřený koloběh živin v rámci hospodářství, na zachování úrodnosti půdy a celkové biodiverzity, čemuž plně odpovídá i snaha o pěstování bílkovinných plodin na vlastních farmách.



Využití domácích semenných luskovin (např. hrachu či luskovinoobilných směsěk) je ale v praxi výrazně limitováno vysokými výrobními náklady při jejich pěstování. To souvisí jak s obtížnou agrotechnikou těchto plodin v ekologickém režimu, tak i s ekologickou citlivostí tvorby výnosu luskovin na výkyvy počasí. Všechny tyto problémy se pak následně odráží v nízkých dosahovaných výnosech hrubého proteinu na hektar. Cena a problematická dostupnost pak limitují využití dalších proteinových krmiv (jako např. krmných kvasnic, rybí moučky, sušené syrovátky...)

s ohledem na celkovou rentabilitu faremní produkce. Situace není v tomto směru v České republice jednoduchá, o čemž svědčí počet biofarem zaměřených na chov prasat či drůbeže.

Projekt Separace listů a stonků leguminóz vznikl na základě snahy Biofarmy Sasov zajistit vlastní produkcí dostatečné množství cenově přijatelných proteinových krmiv pro ekologický chov prasat. Biofarma Sasov je zemědělský podnik hospodařící na okraji města Jihlavy v systému ekologického zemědělství.



ZPŮSOBY VYUŽITÍ PROTEINŮ Z PÍCE

V současné době se v Evropě zintenzivňuje výzkum na využití těchto proteinů, ve snaze snížit závislost EU na dovozu sóji z Ameriky. Velká část výzkumu se soustředí na pokročilé metody extrakce proteinů z rostlin, při současném získání řady dalších produktů. Tento koncept tzv. „bio-rafinérií“ poskytuje na jedné straně univerzálně využitelný, víceméně čistě izolovaný protein, na druhou stranu je to však ekonomicky poměrně náročný proces, neboť píce se musí lisovat za vysokého tlaku, následně promývat a proteiny se pak chemicky vysráží a odstředí. Výzkum probíhá především na experimentální úrovni, ale plně funkční komerční zařízení zatím v Evropě nepracuje.

Druhou možností je využít přirozené rozdílné distribuce proteinu v listech a stoncích jetelovin a separovat z píce samotné listy, bohaté na proteiny. To lze realizovat buď přímo na poli při sklizni listů ze stojícího porostu, nebo po sklizni z usušené píce.

Tento postup je jednodušší a levnější než tovární extrakce proteinů, na druhou stranu se získává kompromisní produkt obsahující určité množství vlákniny i jiných antinutričních látek. I v této oblasti probíhá intenzivní výzkum, existují návrhy či prototypy strojů i celých technologických celků, ale ekonomicky fungující systémy nejsou rovněž k dispozici.

LOKÁLNÍ LEGUMINÓZY JAKO ZÁKLAD UDRŽITELNOSTI AGROSYSTÉMU

Leguminózy představují významnou skupinu rostlin z čeledi bobovitých, která má své nezastupitelné místo v celém agrosystému. Jejich význam není dán pouze zvýšenou koncentrací hrubého proteinu (dříve „dusíkaté látky“ – NL) ve všech částech těchto rostlin, ale především jejich unikátní schopností získávat dusík ze vzduchu pomocí symbiotické fixace.

Pěstování těchto plodin má velmi pozitivní dopad na strukturu půdy, hlubší kořeny vynášejí živiny ze spodních vrstev, rostliny dokáží přijímat fosfor i z hůře dostupných forem a po zaorání jejich posklizňových zbytků (včetně kořenů) se půda obohacuje o kvalitní organickou hmotu, ze které se postupně uvolňuje větší množství dusíku i dalších poutaných živin. Celkově tak pozitivně působí na půdní úrodnost. Jejich přínos však daleko přesahuje sféru

zemědělské produkce a výstižněji lze hovořit o komplexním vlivu na celý ekosystém. Leguminózy lze rozdělit na dvě skupiny: semenné leguminózy – luskoviny (sklízí se semena zralých lusků – hrách, peluška, lupina, sója, bob aj.) a na pící leguminózy – jeteloviny (sklízí se celé rostliny v různé vegetační fázi – vojtěška setá, jetel luční aj.). V chovu hospodářských zvířat jsou leguminózy nenahraditelným zdrojem krmných bílkovin.



Výhodou luskovin je jejich snadné využití v krmných dávkách monogastrů, vyšší obsah proteinů i akceptovatelná kvalita. Klíčovou nevýhodou jsou však nízké výnosy semene (v průměru 2–3 t/ha) při vysokých nákladech na založení porostu a jeho další ošetřování. Tyto problémy jsou obecně platné v ekologickém i konvenčním režimu výroby, neboť souvisí s biologii těchto druhů. Nízké dosahované výnosy a nižší obsahy NL (20–25 %) představují hlavní důvody, proč jsou nekonkurenceschopné dovozové sóje.

Naproti tomu jsou jeteloviny schopné dosahovat stabilně výnosů píce přes 10 tun sušiny z hektaru při obsahu NL v rozmezí 18–24 %. Technologie jejich pěstování je dobře zpracovaná a zvládnutelná.

Pro přežvýkavce tvoří jeteloviny nenahraditelný levný zdroj bílkovin, a proto jsou v ČR v současné době pěstovány na přibližně 150 000 ha (včetně směsí s travami). Ve výživě monogastrů se však nemohou uplatnit kvůli vysokému obsahu vlákniny (hrubá vláknina 22–28 %). Tyto polysacharidy jsou ale soustředěny především ve stoncích rostlin, zatímco samotné listy mají obsah vlákniny přibližně poloviční při dvojnásobném obsahu hrubého proteinu (28–34 %). Kvalita těchto

proteinů je z hlediska výživy nižší než u semen luskovin, ale náklady na výrobu 1 t hrubého proteinu v píci jsou přibližně třetinové.

Na píci lze teoreticky sklízet všechny rostliny této čeledi, ale v našich výrobních podmínkách je to ekonomicky efektivní pouze u víceletých a vícesečných plodin jetelovin, kde naše hospodářsky nejvýznamnější druhy představují jetel luční a vojtěška setá.

Mezi další častěji používané druhy patří jetel plazivý (pastevní směsi), jetel nachový (meziplodina), jetel zvrhlý (vlhké louky), štirovník růžkatý (extenzivnější porosty) či vičenec ligrus (suché, vápenité půdy). Tyto ostatní jmenované druhy se však nedokáží vyrovnat množstvím a/nebo kvalitou produkované píce dvěma hlavním jetelovinám, které tak zůstávají klíčovými producenty bílkovinné píce na většině území ČR.

Víceleté pícniny dokáží díky mohutnému, hlubšímu kořenovému systému získávat hůře dostupné živiny i vodu z hlubších vrstev půdy, výrazně se však liší ve svých nárocích a ekologických vlastnostech, které předurčují jejich rajonizaci.



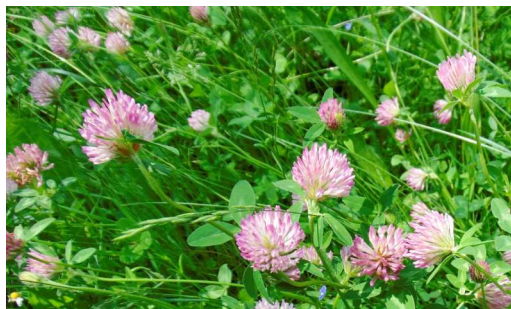
VOJTĚŠKA SETÁ (MEDICAGO SATIVA L.)



Celosvětově patří k nejvýznamnějším jetelovinám a zaujímá plochu přes 30 milionů hektarů. Díky své adaptabilitě se pěstuje od tropických oblastí až po území v chladných oblastech s výraznými zimami. Tato plodina má velmi hluboký kořenový systém, který podle řady autorů může dosahovat hloubky 5 až 15 m. Díky tomuto kořenovému systému je schopna čerpat vláhu i ze spodních vrstev půdy, což zvyšuje stabilitu výnosů i v období sucha. Ze spodních vrstev půdy vynáší rovněž živiny a po mineralizaci kořenů je zpřístupňuje i ostatním rostlinám. Z těchto důvodů je rozhodující bílkovinnou pícevinou teplejších a sušších zemědělských oblastí ČR.

Vhodné uplatnění má rovněž v příznivých půdních podmínkách chladnějších a vlhčích zemědělských oblastí, které v posledních letech často trpí letními přísušky. Nejlépe se jí daří na kyprých, hlubokých a dobře provzdušněných písčitých až hlinitopísčitých půdách. Naopak není vhodná pro mělké, kyselé a kamenité půdy nebo pro zamokřené lokality s hladinou podzemní vody méně než 1,5 m pod povrchem. V ČR se sklízí ve 3–5 sečích ročně a na vhodných stanovištích si udržuje vytrvalost po 3 až 5 let.

JETEL LUČNÍ (TRIFOLIUM PRATENSE L.)



Je klíčovou jetelovinou pro vlhčí a chladnější polohy. Uplatní se jako monokultura, ale je hlavní leguminózou u jetelovinotravních směsí, používá se jako komponent i v trvalých travních porostech.

Na rozdíl od vojtěšky má nižší suchovzdornost a vyšší požadavky na vláhu (600–700 mm, i více). Je ale méně náročný na půdní podmínky než vojtěška.

Při pěstování na orné půdě se zařazuje obvykle mezi obiloviny, ale po sobě je nesnášenlivý a mezidobí pěstování by nemělo být kratší než 5 let, jinak trpí tzv. jetelovou únavou.

Má nižší vytrvalost než vojtěška a v monokultuře se uplatňuje většinou na dva, výjimečně na tři užitkové roky. Výnosy ve 3. roce však již výrazněji klesají (o 30–60 %). Sklízí se zpravidla ve třech sečích za rok. Píce jetele má vyšší obsah vodorozpustných sacharidů, ale nižší obsah sušiny a hrubého proteinu. Píce stárne pomaleji než u vojtěšky a má obvykle vyšší stravitelnost.

POLNÍ VÝSLEDKY PROJEKTU

V podmínkách ekofarmy byla v rámci projektu testována směs obou těchto jetelovin, neboť se posledních letech ukazuje, že tradiční jetel již není schopen dostatečné produkce píce v podmínkách stále častějších period sucha, především v letních měsících. Oba druhy byly porovnávány v dynamice produkce listů během dvouletého polního experimentu a výsledky jsou shrnuty v tabulce 1.

V průměru za sledované období vojtěška vykazovala vyšší hustotu lodyh i intenzitu růstu, která se projevila vyšší délkou lodyh před sklizní. Dosahovala rovněž vyššího hmotnostního podílu v píci i celkové vyšší produkce listů na jednotku plochy. Vyšší produktivita vojtěšky byla dána především její lepší adaptací k letním přísuškům (zejména ve druhé a třetí seči), ale také její vyšší vytrvalostí, která se projevila v druhém užitkovém roce. Jetel sice poskytoval píci s vyšším podílem listů, ale při nižších výnosech se to pozitivně neprojevilo v produkci listů na jednotku plochy.

Teoretický potenciál produkce listů při pěstování uvedené směsi dosáhl v průměru dvou let hodnoty kolem 6 tun sušiny na hektar, což při průměrném podílu listů v píci 45 % odpovídá celkovému výnosu sušiny cca 13 tun sušiny. V praxi jsou běžně vykazovány výnosy víceletých pícnin o něco nižší v rozmezí 8–10 tun sušiny, což by odpovídalo reálné produkci 3,6–4,5 tun sušiny listů na hektar.

Z dosavadních výsledků vyplynulo, že pro produkci proteinového krmiva z listů jetelovin bude výhodnější ve směsi upřednostnit vojtěšku setou, která byla v daných podmínkách produktivnějším druhem, především s ohledem na stále častější sucho během vegetace. Jetel je vhodné v této oblasti do směsi dále zařazovat, byť v nižším podílu, neboť se dokázal efektivně uplatnit především na vlhčích místech pozemku v prvních sečích.

Potenciál produkce sledované směsi se ve dvouletém průměru pohyboval kolem 5–6 tun sušiny listů na hektar.

Tabulka 1. Porovnání vybraných ukazatelů produktivity u jetelovin testovaných ve směsi (Sasov u Jihlavy, průměr tří sečí z let 2017–2018)

Druh	Počet lodyh (ks/m ²)	Délka lodyh (cm)	Podíl v píci (%)	Produkce listů (g/m ²)	Podíl listů (%)
Jetel	203 ^a	41 ^a	32 ^a	95 ^a	59 ^a
Vojtěška	442 ^b	68 ^b	68 ^b	143 ^b	39 ^b
P	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,002	< 0,001

Rozdílné písmenné indexy vyjadřují statisticky průkazné rozdíly (Tukey HSD test; $\alpha = 0,05$).



NUTRIČNÍ ANALÝZY LISTŮ A LODYH

V rámci projektu byla provedena manuální separace vojtěšky seté a jetele lučního, aby mohl být následně stanoven nutriční potenciál obou leguminóz z oblasti Vysočiny.

Výsledky ukázaly, že listy vojtěšky měly ve srovnání s jetelem o 24 % vyšší obsah hrubého proteinu a o 30 % nižší obsah hrubé vlákniny. Obsah všech cílových aminokyselin byl vyšší v průměru o 20–30 %. Srovnání nutriční hodnoty manuálně separovaných částí rostlin v návaznosti na polní vzorkování je uvedeno v tabulce 2.

Nutriční rozdíly mezi listy a lodyhami tak byly u jetele výrazně nižší než u vojtěšky. Ve vojtěškových listech i lodyhách bylo z

vybraných aminokyselin největší množství lysinu a threoninu. Stejně tomu tak bylo i u jetele, kdy množství threoninu v lodyhách bylo dokonce ještě vyšší než u vojtěšky. Ročník ovlivňoval obsah vlákniny v lodyhách, ale neměl významný vliv na kvalitu listů, která byla stabilní za celé sledované období. Seč neměla významný vliv na obsah proteinu nebo vlákniny v listech i lodyhách. Lze říci, že variabilita kvality píce od první do třetí seče je ovlivněna především změnou podílu listů a lodyh v píci, neboť zaznamenané změny v kvalitě těchto částí byly marginální.



V listech a lodách obou druhů bylo v pozdějších sečích vyšší množství lysinu a threoninu, přičemž nejvyšší hodnoty byly zaznamenány vždy ve druhé, nejnižší pak v

první seči. Z hlediska produkce aminokyselin se tedy jeví poněkud vhodnější druhé a třetí seče, kde měly listy i o něco nižší obsahy vlákniny.

Tabulka 2. Porovnání nutriční hodnoty (g/kg sušiny) a obsahu vybraných aminokyselin (g/100 g sušiny) v listech a lodyhách jetele lučního a vojtěšky seté (Sasov u Jihlavy, průměr tří sečí z let 2017–2018)

Rozdílné písmenné indexy vyjadřují statisticky průkazné rozdíly (Tukey HSD test; $\alpha = 0,05$).

Část rostliny	Druh	Hrubý protein (g/kg)	Hrubá vláknina (g/kg)	Threonin (g/100 g)	Lysin (g/100 g)	Cystein (g/100 g)	Methionin (g/100 g)
Listy	Jetel	227 ^a	203 ^b	0,841 ^a	1,018 ^a	0,194 ^a	0,311 ^a
	Vojtěška	281 ^b	141 ^a	1,051 ^b	1,347 ^b	0,317 ^b	0,430 ^b
	P	0,004	0,027	0,002	0,001	< 0,001	< 0,001
Lodyhy	Jetel	132	297 ^a	0,414	0,454	0,108	0,143
	Vojtěška	121	427 ^b	0,389	0,513	0,119	0,135
	P	0,069	< 0,001	0,373	0,825	0,073	0,451



Listy vojtěšky lze tedy jednoznačně pokládat za hodnotnější zdroj proteinu než listy jetele, a to i kvůli nižšímu obsahu vlákniny.

V lodyhách mezi porovnávanými druhy nebyly významné statistické rozdíly s výjimkou vlákniny. Lodyhy vojtěšky obsahují

ve srovnání s jetelem až o 44 % vyšší podíl vlákniny a navíc kvalitu ztrácí zřetelně rychleji. Tento fakt pak v konečném důsledku znamená výrazné zhoršení kvality při nižší účinnosti separačního procesu z důvodu kontaminace úlomky lodyh.

SEPARACE NA BIOFARMĚ SASOV

V podmínkách ekofarmy byl zvolen vývoj technologie pro separaci listů z usušené píce, neboť farma disponuje zařízením na sušení balíků lisované předsušené píce. Separace listů na poli přímo ze stojícího porostu sice také představuje technicky možné řešení, ale klíčový problém pro tento způsob představuje následná konzervace vlhkých zelených listů. Sušárna válcových balíků byla na biofarmě vybudována v roce 2011 pro využití tepla z vlastní bioplynové stanice a díky ní je produkce vojtěšky pro zkrmování prasatům zajištěna ve velmi dobré kvalitě v dostatečném množství. Válcové balíky vojtěšky o průměru 120 cm jsou na poli lisovány při sušině kolem 40 % a na sušárně jsou následně dosušeny za dva až tři dny, kdy se sníží jejich hmotnost z cca 600 kg na 150 kg. Protože je toto seno usušené na vlhkost pod 10 %, jsou usušené lístky velmi křehké a náchylné k odrolu.



Před vlastní separací je třeba rozdružit usušené balíky, přičemž správné rozdružení, resp. nakrácení píce je základem pro bezproblémové a efektivní oddělení jednotlivých frakcí. V praxi to znamená najít kompromis pro velikost rozdružených částí usušené píce tak, aby byly stonky co nejméně kráceny noži rozdružovače (při rozdružování nesmí docházet k přílišné destrukci stonků, protože drobné části lodyh kontaminují listovou frakci), ale zároveň větší částice stonku mohou způsobovat ucpávání dopravních cest a separačního zařízení. V rámci projektu byl experimentálně ověřován rozdružovač HZ 1300 s možností nastavení velikosti rozdružovaných částic pomocí výměnných sít, kde byly testovány tři velikosti sít a varianta s vyjmutým sítím. Pro zamýšlené účely se nejlépe osvědčila síta o průměru oka 20 mm, která zajišťovala vhodný tok materiálu do separátoru a zároveň poskytla nejvyšší kvalitu listové frakce. Z těchto zkoušek vyplynuly požadavky na optimální rozdružení, kdy zařízení musí mít kontinuální výstup materiálu a zároveň i nastavitelnou (kalibrovanou) velikost rozdružených částí materiálu pomocí výměnných sít.



Technické řešení vlastní separace představuje klíčový problém, který rozhoduje nejen o kvalitě získaného materiálu, ale i o ekonomické efektivitě celého procesu. Zařízení musí mít především dostatečnou výkonnost (v desítkách tun ročně), ale zároveň i jednoduchost a provozní spolehlivost. Některé systémy (např. s využitím třídění materiálu v proudu vzduchu) mohou sice poskytovat dokonalejší separaci listů, ale nedisponují dostatečným výkonem. Prakticky byly proto ověřovány především již existující systémy, které se používají pro jiné účely a je u nich předpoklad dostatečné výkonnosti a ekonomické efektivity. Materiál, získaný po rozdužení balíků, byl pokusně separován na bubnové čističce osiv TNO 20 a síťovém vibračním třídíči KUT 500. Po separačním procesu vznikly tři frakce s odlišným poměrem listů a stonků. Výsledky rozborů jednotlivých separovaných frakcí jsou uvedeny v tabulce 3. Jemná frakce u obou typů separátorů poskytla navýšení obsahu hrubého proteinu o 10 % a snížení obsahu hrubé vlákniny o 15 %. Obě zařízení rovněž disponují obdobnou výkonností, ale jako perspektivnější se z praktického hlediska jeví síťový systém separace, kde lze jednoduchou výměnou sítí měnit nastavení zařízení. U bubnového systému by bylo nutné vyměnit celý separační buben s definovanými otvory.

Lze shrnout, že při pokusných separacích sušené píce na běžně používaných technologiích byl získán materiál, který obsahoval v průměru o 10 % vyšší množství hrubého proteinu a o 14 % méně vlákniny. Hodnoty u manuálně separovaných listů (viz předchozí kapitoly)

ukazují, že stále existuje potenciál v nastavení zařízení pro zlepšení účinnosti separace. V sestavované separační lince bude adaptován síťový třídíč rozdužené píce a pro lepší manipulovatelnost a skladovatelnost bylo rozhodnuto doplnit celou linku o granulační lisy a expediční zařízení (pytlovačky, žokovačky a váhy). Vlastní organizace celé linky je uvedena v příloženém nákresu.

V souladu s projektem byla s podporou Programu rozvoje venkova na základě výběrového řízení vybudována na biofarmě Sasov linka na rozdužování píce leguminóz v suchém stavu, s následnou separací lístků a stonků na síťovém třídíči, zahrnující i granulaci produktů včetně dopravních cest, mezizásobníků, míchacích a expedičních zařízení. Linka zcela naplňuje záměr realizovaného projektu a bezpochyby přispěje k naplnění cílů Programu rozvoje venkova.

Současné realizované řešení však skýtá prostor pro další optimalizaci vlastního procesu separace. Budoucí zařízení může využívat i pásových či bubnových sušáren, které jsou často součástí zemědělských bioplynových stanic. Tyto by mohly být základem pro efektivnější separaci lístků a stonků, neboť do pásových sušáren musí být přijímán již nařezaný materiál, aby nedocházelo k jejich ucpávání. K řezání píce vojtěšky by tak docházelo přímo na poli u zavadlé píce bez nežádoucího roztržení usušeného stonku, jako v případě rozdužování balíků. Následná separace by mohla k oddělení listů od lodyh využívat i proudění vzduchu.

Tabulka 3. Porovnání účinnosti separace testovacích zařízení na nutriční hodnoty píce.

Typ separace	Frakce	Hmotnostní podíl	Hrubý protein		Hrubá vláknina	
		(g/kg)	(g/kg)	%	(g/kg)	%
Bez separace		-	230	100	217	100
Bubnový	Jemná	780	254	110	186	86
TNO 20	Střední	200	145	63	401	185
	Hrubá	20	118	51	477	220
Sítový	Jemná	-	251	109	185	85
KUT 500	Střední	-	180	78	311	143
	Hrubá	-	130	57	456	210



TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ SEPARACE NA BIOFARMĚ SASOV

LINKA NA ROZDRUŽOVÁNÍ LISOVANÉ PÍCE V SUCHÉM STAVU, NÁSLEDNOU SEPARACI LISTŮ A STONKŮ A TVAROVÁNÍ ODDĚLENÝCH PRODUKTŮ, VČETNĚ DOPRAVNÍCH CEST, MEZIZÁSObNÍKŮ, MÍCHACÍCH A EXPEDIČNÍCH ZAŘÍZENÍ

1. Rozdružovač balíků HZ 1300 sušené píce leguminóz včetně vkládacího pásu

- Usušené balíky o průměru 120 cm jsou vkládány čelním nakladačem na posuvné dno vkládacího pásu, který plynule přisunuje a tlačí rozdružované balíky na rotující frézy rozdružovače,
- nože umístěné na frézách píci rozřezají na velikost definovanou výměnným sítem, které je umístěné mezi frézami a vynášecím pásem,
- vynášecí pás dopravuje již rozřezanou píci do separátoru,
- součástí rozdružovače je i odsávač prachu,
- minimální výkon rozdružovače je 500 kg za hodinu.

2. Separátor lístků a stonků AGSEP

- Rozdružená píce o kalibrované velikosti je nanášena pásovým dopravníkem na kmitající soustavu síťových rámců,
- síta jsou osazena tak, aby propadávala nejjemnější frakce lístků a po povrchu sít byly oddělovány hrubší části stonků,
- z jednotlivých pater sít jsou pásovými dopravníky vynášeny separované frakce do dvou drtičů – řezacích šrotovníků,
- minimální výkon separátoru je 500 kg za hodinu.

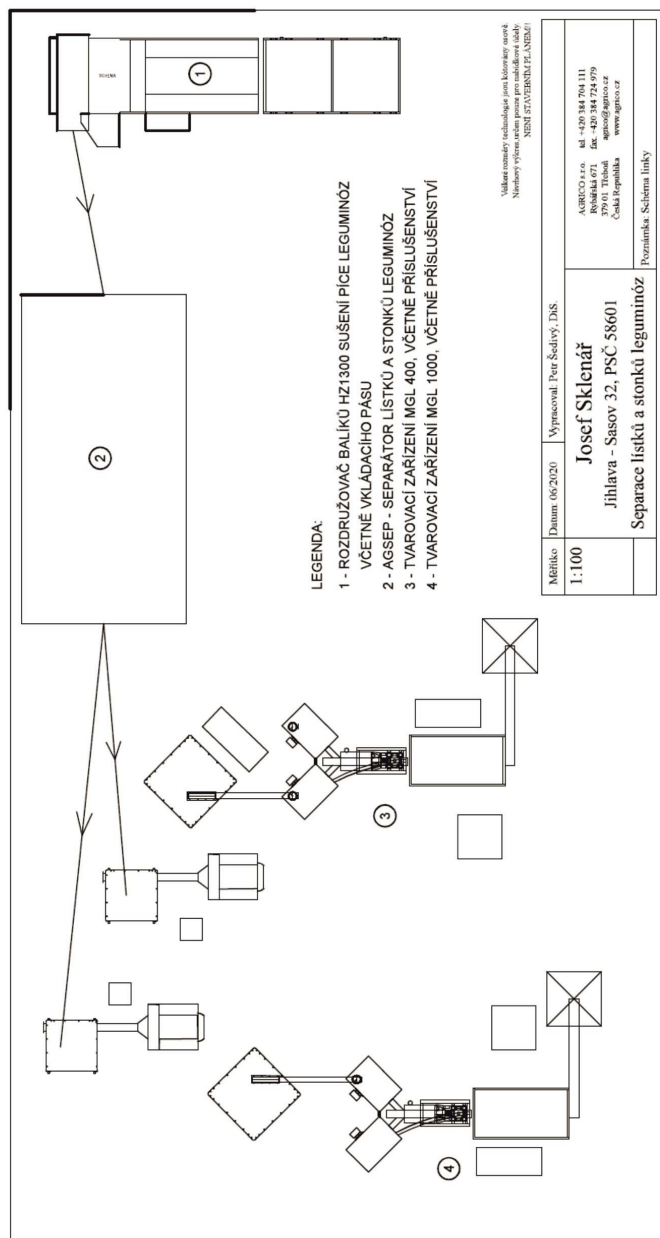
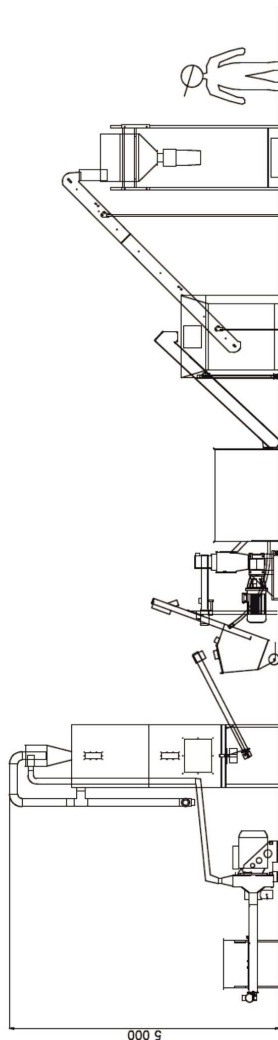
3. Tvarovací zařízení MGL 400.

- Ze separátoru je vybrána frakce s vysokým obsahem listů a nízkým obsahem stonků (nejjemnější frakce z pod spodního síta) a je šrotována na řezacím šrotovníku RS 1000,
- našrotovaný materiál je pneumaticky dopravován do mezizásobníku o objemu 3 m³,
- dávkovacími šneky DS 200 s násypkami je našrotovaný materiál dopravován do granulárního zařízení MGL 400, které jej peletuje,
- minimální výkon MGL 400 je 50 kg pelet za hodinu.

4. Tvarovací zařízení MGL 1000.

- Ze separátoru jsou zbylé frakce s nízkým obsahem lístků a vysokým obsahem stonků šrotovány na druhém řezacím šrotovníku RS 1000,
- našrotovaný materiál je pneumaticky dopravován do druhého mezizásobníku o objemu 3 m³,
- dávkovacími šneky DS 200 s násypkami je našrotovaný materiál dopravován do granulárního zařízení MGL 1000, které jej peletuje,
- minimální výkon MGL 1000 je 150 kg pelet za hodinu.

Dle množství jednotlivých frakcí listů nebo stonků lze použít pro tvarování výkonově odpovídající stroj MGL 400 nebo MGL 1000. Součástí linky je i expediční zařízení, které vyprodukované pelety jednotlivých frakcí po vychlazení dopraví pásovými dopravníky do plnicích vah na pytle a big bagy.



VYUŽITÍ V KRMNÝCH DÁVKÁCH PRO HOSPODÁŘSKÁ ZVÍŘATA

Pícní leguminózy jsou tradičním zdrojem bílkovin a stravitelných sacharidů v krmných dávkách přežvýkavců i ostatních býložravců. Vzhledem k tomu, že tyto porosty není třeba hnojit dusíkem, představují nejlevnější zdroj až 2,5 tuny hrubého proteinu na hektar za rok. Hlavní problém však u nich představuje fakt, že využití proteinů v metabolismu přežvýkavců je poměrně nízké, dosahuje hodnoty jen 24–28 %. Většina dusíku z jetelovin tak odchází z těla výkaly nebo močí, ale může být dále využita ve formě produkovaných organických hnojiv. Výzkum se proto soustředí na snižování těchto ztrát a zlepšení využití tohoto zdroje proteinů.



Pro monogastry je použití pícních leguminóz omezené. Jejich zařazení do krmných dávek pro prasata dává možnost snížit náklady na jádrná krmiva a dosáhnout tak lepší rentability chovu. Jejich využití je ve výživě prasat značně limitováno vyšším podílem vlákniny, která je přirozenou součástí všech rostlin. Určité množství vlákniny v krmivu má však příznivé dietetické účinky zejména u dospělých prasat s rozvinutým trávicím systémem, kde je vláknina zpracována pomocí mikrobiální fermentace.

Použití úsušků nebo pastvy pro březí, popř. kojící prasnice je velmi přínosné a pro chovná zvířata jsou zmiňovány následující pozitivní efekty:

- obohacení krmné dávky o přírodní vitamíny a minerály,
- podpora symbiotických probiotických bakterií ve střevě,
- prevence zácpy u vysokobřezích prasníc,
- zvyšuje pocit nasycení u plemenných prasat,
- podpora proliferace buněk střev a mukózního epitelu a tím zvýšení absorpční kapacity,
- celkové zlepšení zdravotního stavu prasníc a přežitelnosti narozených selat .

Pro prasata ve výkrmu mají pícní leguminózy mnohem menší význam vzhledem k horší stravitelnosti vlákniny u rostoucího zvířete. Po zařazení vyššího podílu celé vojtěšky do krmných dávek bylo v řadě testů zaznamenáno snížení denních přírůstků a zhoršení konverze. Proto je u rostoucích prasat (do 40 kg) doporučována maximálně 20% náhrada obilných šrotů, nebo 0,3 kg/kus/den. Vojtěška setá má nízkou hodnotu metabolizovatelné energie (ME). Při jejím využití v krmné dávce je potřeba počítat s dorovnáním tohoto deficitu.



Pícní leguminózy produkují výrazně vyšší množství hrubého proteinu na hektar než sója, u které se udává produkce 1–1,5 t/ha při špičkových výnosech, které v našich podmínkách nejsou dosahovány. Zmiňovaný nízký obsah ME pro prasata u pícních leguminóz limituje jejich použití. U vojtěškových úsušků (při obsahu 19,5 % hrubé bílkoviny a 28 % hrubé vlákniny) je obsah metabolizovatelné energie (MEp) na úrovni 6,4 MJ/kg sušiny. Po separaci se tato hodnota v listové frakci zvýší na 9,8 MJ (při 24,5 % hrubého proteinu a 14,8 % hrubé vlákniny) v kg sušiny, což už je obsah energie srovnatelný třeba s pšeničnými otrubami.

Kvalitní vojtěškový porost by měl obsahovat min. 18 % hrubého proteinu (optimálně 20 %) a max. 23–25 % hrubé vlákniny v sušině. Stravitelnost bílkovin vojtěšky se pohybuje u prasat v rozmezí 60–78 % a s rostoucím obsahem bílkovin se zvyšuje. Stravitelnost vlákniny je obecně nízká a u prasat se pohybuje mezi 28–30 %. Čím je vyšší obsah vlákniny tím její stravitelnost klesá, díky zvyšujícímu se stupni lignifikace.

Nížší stravitelnost aminokyselin (AMK) a tím i bílkovin, je u vojtěškových úsušků dána omezeným přístupem trávicích enzymů k rozpustným buněčným proteinům daným vysokým obsahem vlákniny. Lze očekávat, že koeficienty stravitelnosti AMK budou u separovaných lístků mírně vyšší, s ohledem na nižší obsah vlákniny a vyšší obsah bílkovin. Tyto hodnoty však zatím nejsou k dispozici.

Vojtěškové úsušky vykazují oproti sójovému extrahovanému šrotu mírně

vyšší ukazatele chemického skóre 40,9 versus 38,4 a nižší index esenciálních aminokyselin (EAAI) 67,9 versus 76,5. Biologická hodnota (BH) směsi krmiv je však vyšší než vážený průměr BH jednotlivých komponentů.

Pozitivní vliv krmení vojtěšky na velikost vrhu a přežitelnost selat bývá spojován s vyšším obsahem ketogenních látek u prasnic a s omezením výskytu zácpy na počátku laktace.

Vojtěškové úsušky mají výrazně vyšší obsah většiny minerálních látek než obiloviny a jsou dobrým zdrojem vápníku (Ca) a fosforu (P). Stravitelnost Ca vojtěšky je u prasat srovnatelná se stravitelností Ca z vápence. I podíl stravitelného P z celkového P dosahuje vysokých hodnot, což je z hlediska využitelnosti P u monogastrů dobrý předpoklad. Při separaci rostlin jsou v lístcích zjišťovány vyšší obsahy většiny minerálních látek než ve zbytku rostliny.



Kvalitní úsušky jsou dobrým zdrojem vitaminů. Obsah β -karotenu v čerstvé vojtěšce přímo na poli může být i 200 mg/kg sušiny, ale velmi rychle se odbourává. Zelené krmení ve stáji mívá již pouze 20 mg/kg, a na pokosu sušené seno i 1–5 mg/kg sušiny. Rychlou dehydratací se omezí činnost katabolických procesů a v úsuších je zachován jeho vysoký obsah. Vyšší obsah vitaminů je v zelených částech rostliny.

Použití separovaných lístků leguminóz s vysokým obsahem karotenoidů je možné i v krmných směsích pro nosnice ke zlepšení barvy žloutku. Avšak vzhledem k tomu, že obsah karotenoidů kolísá a skladováním se dále snižuje, v zimním období většinou nelze zajistit spolu s ostatními krmivy bohatými na přírodní karotenoidy a xantofyly požadovanou barvu žloutku.

V níže uvedené tabulce je uvedeno maximální doporučené zastoupení vojtěškových úsušků v krmných směsích pro prasata a drůbež. Z tohoto doporučení lze vycházet i při dávkování separovaných lístků do krmných směsí. Zpřesnění údajů je možné provést po stanovení obsahu antinutričních látek v separovaném podílu, eventuálně na základě výsledků krmných pokusů.



Doporučené maximální dávkování úsušků do krmných směsí

	%
Prasata	
Selata do odstavu (< 8 kg)	2
Selata po odstavu (8–17 kg)	4
Předvýkrm (17–35 kg)	10
Výkrm (35–65 kg)	12
Výkrm (> 65 kg)	15
Prasnice březí	20
Prasnice kojící	10
Kanci	15
Odchov prasat	15
Drůbež	
Kuřata	4–6
Kuřice	8–12
Nosnice	6–10
Brojleři starter	0
Brojleři výkrm I	5
Brojleři výkrm II	10
Krůty výkrm 0–4 týdnů	5
Krůty výkrm 5–8 týdnů	10
Krůty výkrm od 9 týdnů	10
Krůty chovné	10
Kachny výkrm	5
Kachny chovné	10–20
Bažanti kuřata	5–8
Bažanti výkrm	3–6
Bažanti chovní	5–10

ANTINUTRIČNÍ LÁTKY V JETELOVINÁCH

Při sestavování krmných dávek se začleněním jetelovin je třeba zohlednit i přirozeně se vyskytující antinutriční látky, které jsou jetelovinami vytvářeny jako sekundární metabolity a které jejich využití pro krmné účely do jisté míry limitují.

Obecně se jedná o látky, které mají ve výživě zvířat negativní účinky a lze je dělit na netoxické (např. již zmiňovaná vláknina a lignin) či na látky s různou úrovní toxicity, kam lze u jetelovin řadit kyanogenní glykosidy, fytoestrogeny či saponiny. V případě saponinů má příjem vyššího množství za následek snížení chutnosti a stravitelnosti krmiva, zatímco při zvýšeném příjmu fytoestrogeny v krmivu byly u hospodářských zvířat zaznamenány funkční poruchy plodnosti.

Kyanovodík představuje jed pro všechny aerobní organismy (inhibuje dýchací enzymy) a rostliny ho využívají ve své obranné strategii vytvářením kyanogenních glykosidů. Jeteloviny neobsahují toxické hladiny těchto látek, ale při aktivaci glykosidázami (enzymy, ať již rostlinnými či živočišnými - při trávení píce) je uvolněný kyanovodík zodpovědný za hořkou chuť, která odrazuje zvířata od dalšího spásání píce. Případně uvolněný kyanovodík je však velmi těkavý a z posečené píce se snadno odstraní sušením či jednoduše odvětrá. U monogastrů navíc dochází ke štěpení glykosidů až mikroflórou tlustého střeva, hydrolýza kromě toho není úplná a část glykosidů se vstřebává v původní podobě. Fytoestrogenní látky jetelovin na bázi kumestanů či isoflavonů jsou primárně obranné látky, které rostlina vytváří zejména vlivem stresu a napadení houbovými chorobami. Tyto látky mohou při vyšších koncentracích působit reprodukční problémy u pasoucích se zvířat (např. v Austrálii či na Novém Zélandu).

U monogastrů jsou jejich účinky oproti přežvýkavcům méně výrazné. Jetel luční obsahuje především isoflavony formononetin a biochanin A s nejvyššími obsahy v listech a stoncích ve vegetativní fázi, kdy po začátku kvetení celkový obsah klesá, podobně jako při sušení. Vojtěška setá má celkové obsahy nižší než jetel a obsahuje zejména kumestrol (kumestan), z isoflavonů pak apigenin, luteolin a kvercentin. Obsah těchto jednotlivých fytoestrogeny se mění se stářím porostu, v listech je jejich obsah vyrovnaný (v průměru 26 µg každého z nich), ale v květenství je výrazně vyšší. Tyto látky nemají přímý vliv na výživu zvířat, ačkoliv některé z nich mohou přecházet i do živočišných produktů, čemuž je třeba věnovat další pozornost v jejich výzkumu. Fytoestrogeny spolu s kyanogenními glykosidy tak obecně nepředstavují významný nutriční problém při zkrmování separované listové frakce.



Saponiny jsou rovněž látky obranných mechanismů rostlin. Pesticidní účinky jsou saponinům přisuzovány díky jejich hořké chuti, uložení v napadnutelných částech rostliny a schopnosti tvořit komplexy se steroly membrán konzumentů, vedoucí k propustnosti membrán a ke ztrátě celistvosti buněk. Saponiny tak dráždí střevní sliznice, hemolyzují červené krvinky in vitro, jsou toxické pro studenokrevné živočichy a jejich výskyt v krmivu může působit nepříznivě ve výživě monogastrických zvířat, zejména mláďat.

Jejich obsah je výrazně vyšší v listech než v lodyhách, a i z tohoto důvod je třeba jim věnovat pozornost pro plánovaný způsob využití separovaných listů.

V jetelovinách převládají saponiny s triterpenoidními sapogenoly. Ve vojtěšce je to zejména kyselina medikagenová, sojasapogenoly A až F, kyselina zahnová a hederagenin. V jeteli lučním byly identifikovány především sojasapogenoly A až F, celkově v nižším množství než u vojtěšky. Obsah saponinů v sušině píce vojtěšky kolísá od 3 až po více než 20 g/kg a je ovlivněn odrudou, termínem seče a okolním prostředím. Jejich obsah dosahuje maxima před kvetením a jak již bylo zmíněno, v listech jsou obsahy saponinů až několikanásobně vyšší oproti stonkům.

Z důvodu výše uvedeného významu byly v rámci projektu doplňkově sledovány také obsahy saponinů v píci sklizené na farmě pomocí metody nukleární magnetické rezonance (NMR), která sice není na stanovení celkových saponinů optimální, ale lze ji pro tento účel orientačně využít.

V polním experimentu v roce 2019 byl sledován efekt samotné úpravy vzorků odebíraných na poli před sečí na zjištěné hodnoty jednotlivých saponinů. Sušení mrazem (lyofilizace) zachovalo v píci vojtěšky seté průkazně vyšší obsahy saponinů v porovnání se sušením vzorků na 60 °C (Exp. A, tab 4). U jetele lučního metoda NMR nedetekovala významnější množství sojasapogenolu A či B, ani kyseliny medikagenové (hodnoty neuváděny). V dalším experimentu byly odebírány vzorky sena z balíků sušených odpadním teplem bioplynové stanice. Vzorky byly rozděleny na listy a lodyhy, přičemž nebylo možné rozlišovat jednotlivé druhy jetelovin. Analýza ukázala, v souladu s literaturou, významně vyšší obsahy saponinů v listech oproti lodyhám, a to především u detekovaných sojasapogenolů (Exp. B, tab 4). Sojasapogenol A vykázal i významně vyšší obsahy v listech druhé seče v porovnání se vzorky z první seče.



Celkové obsahy saponinů dosahovaly podíl jetele lučního v píci bude hodnot do 0,5 g/kg a jsou tak nižší než pravděpodobně přispívat k nižšímu obsahu v literatuře uváděné údaje. Ačkoliv použita saponinů v separované listové frakci. O metoda je v daném pohledu spíše orientační případném negativním účinku bude a k dispozici byly pouze standardy na rozhodovat především podíl listové frakce uváděné saponiny, potvrdil se vyšší obsah v krmné dávce, kde při uvažovaném 10–15 saponinů v listech i tendence k vyšším % podílu listové frakce v krmné dávce bude obsahům ve druhé seči. Lze se domnívat, že docházet k významnému naředění dosahované obsahy saponinů nejsou aktuálního obsahu saponinů. I nadále však výrazně limitující pro plánované využití bude přínosné monitorovat obsahy produktu. Lze také předpokládat, že saponinů, především v letních sečích u přednostní využití první seče k separaci, starších porostů. kontaminace lodyhami, stejně jako vyšší

Tabulka 4. Vliv úpravy vzorku a části rostlin na celkový obsah saponinů a na obsah kyseliny medikagenové a soyasapogenolů (g/kg sušiny) obsažených ve vojtěšce seté (Exp. A), resp. v píci jetelovin (Exp. B).

		Celkem	Kyselina medikagenová	Soyasapogenol A	Soyasapogenol B	
Úprava vzorku	sušení	0,24 ^a	0,085	0,085 ^a	0,068	vojtěška setá
	lyofilizace	0,47 ^b	0,068	0,320 ^b	0,073	
	Exp. A P	0,047	0,504	0,046	0,733	
Část rostliny	listy	0,44 ^a	0,126	0,154 ^a	0,161 ^a	Sušená píče-jetel-vojtěška
	lodyhy	0,23 ^b	0,138	0,047 ^b	0,044 ^b	
	Exp. B P	0,001	0,580	< 0,001	0,002	

Rozdílné písmenné indexy vyjadřují statisticky průkazné rozdíly (Tukey HSD test; $\alpha = 0,05$).

PŘÍKLADY VÝKRMOVÝCH KRMNÝCH SMĚSÍ PRO PRASATA OD 65 KG V EKOLOGICKÉM ZEMĚDĚLSTVÍ S VYUŽITÍM SEPARÁTU S VYSOKÝM OBSAHEM VOJTĚŠKOVÝCH LISTŮ:

	CDP var. 1	CDP var. 2	CDP var. 3	CDP var. 4
ječmen	32,8	35	33	33
pšenice	20	23	20	25
oves	10	10	10	10
peluška	20	10	10	5
voj. lístky (25%NL)		15	10	15
pohanka loupaná	10		10	10
syrovátka sušená	5	5	5	
Vápenec	0,2			
premix	2	2	2	2
	100	100	100	100
MEp (MJ)	12,6	12,3	12,4	12,2
NL (g)	134,9	142,4	137,1	138
Vláknina (g)	43,6	58	55,9	63,4
LYS (g)	6,6	6,1	6,1	5,6
MET (g)	1,9	2	2	2
THR (g)	4,8	5,1	4,9	4,8
TRP (g)	1,6	1,7	1,8	1,8
Ca	6,4	8,2	7,3	7,8
P str.	3,1	2,9	2,9	2,5
Na	1,2	1,9	2	1,7



O BIOFARMĚ SASOV

Biofarma Sasov je zemědělský podnik hospodařící na okraji města Jihlavy v systému ekologického zemědělství. Vyznačuje se největším bio chovem prasat v ČR, bio chovem masného skotu, vlastními jatkami včetně výroby masných výrobků a vlastní bioplynovou stanicí.

V současnosti farma hospodaří na 481 hektarech zemědělské půdy, z toho je 211 ha TTP a 270 ha orné půdy.

Farma byla založena v roce 1991 v areálu Školního statku Střední odborné školy v Jihlavě a od roku 1999 je kompletně certifikována pro ekologické zemědělství. Od samého počátku je zaměřena na hospodaření v souladu s přírodou. V rámci ekologického chovu často využívá poznatků vycházejících se spolupráce s výzkumnými institucemi, které dále rozvíjí ve své každodenní praxi. V chovu prasat tak našly uplatnění alternativní metody jako je například rodinný chov prasat a připouštění kojících prasnic, výkrm kanečků nebo výkrm prasat na pastvě. Farma vybudovala i vlastní jatka s nadstandardní technologií tak aby bylo dosaženo maximální ohleduplnosti během porážky. Vlastní prostory umožňují unikátní zrání masa a následné zpracování faremních produktů, z nichž si řada z nich získala prestižní ocenění na domácím trhu.

Prostor farmy je otevřen pro malé i velké návštěvníky, kteří mají možnost farmu navštívit v rámci exkurzí, teambuildingových akcí nebo v Den otevřených dveří.

Příběh této farmy se odvíjí od práce nadšených lidí, pro které je jejich práce více než zaměstnáním.

Výzkum a studium:

- Spolupráce se středními zemědělskými školami v regionu.
- Spolupráce se zemědělskými univerzitami v Brně a v Praze.
- Realizované projekty s VÚŽV (výkrm nekastrovaných kanečků, venkovní chov, kvalita masa aj.), VÚRV a dalšími výzkumnými ústavy v Čechách i zahraničí.
- Realizované vzdělávací programy (Praktický kurz ekologického zemědělství ve spolupráci s Bioinstitutem, o. p. s. a další).

OCENĚNÍ Česká biopotravina roku:

- Bio trhaná paštika z přeštitka (2016, celkový vítěz)
- Bio dršťková polévka (2015, vítěz v kat. živočišných produktů)
- Bio konopné sádlo z přeštických prasat (2014, celkový vítěz)
- Kančí biolovečák (2010, celkový vítěz)





Název: SEPARACE LISTŮ A STONKŮ LEGUMINÓZ

Autoři: doc. Ing. Josef Hakl, Ph.D.¹ Ing. Anne Dostálová², Josef Sklenář³, Ing. Ivo Háp, CSc.⁴,
Ing. Tomáš Klejzar³

¹Česká zemědělská univerzita v Praze, ²Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i.,

³Biofarma Sasov, ⁴FIDES AGRO, spol. s r. o.

Fotografie

/grafická úprava: Ing. Anne Dostálová²

Vydal: Česká zemědělská univerzita v Praze

ISBN: 978-80-213-3134-1 (neprodejné)

1. vydání a rok 2021

Náklad: 300

Počet stran: 24

Velké poděkování patří ekofarmě Kosařův Mlýn, s r.o. a ZOS Šestajovice-Jirny, a.s. za velmi přínosnou spolupráci na pokusných separacích a Ing. Elišce Nejedlé za nezištnou pomoc při finálním sestavení textu.

© Biofarma Sasov, Česká zemědělská univerzita v Praze, Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i., Praha Uhřetěves

Publikace vznikla za podpory Evropského fondu pro rozvoj venkova a MZe ČR.



EVROPSKÁ UNIE
Evropský zemědělský fond pro rozvoj venkova
Evropa investuje do venkovských oblastí
Program rozvoje venkova



PROGRAM ROZVOJE VENKOVA

