

Projekt: **VÝVOJ A IMPLEMENTACE PĚSTITELSKÝCH POSTUPŮ PRO STABILIZACI PRODUKCE A KVALITY KRMIVA PRASAT**

podpořený Programem rozvoje venkova pro období 2014 – 2020 v opatření 16 Spolupráce, operací **16.2.1 Podpora vývoje nových produktů, postupů a technologií v zemědělské prvovýrobě**

je spolufinancován Evropskou unií.

Cílem operace je podpora inovací v zemědělské prvovýrobě.



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



MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ



PROGRAM ROZVOJE VENKOVA

Registrační číslo: **17/004/16210/564/000053**

Období řešení: **2017 – 2020**

Žadatel/příjemce: **ROSTĚNICE, a.s.**

Rostěnice 166, 682 01 Rostěnice-Zvonovice, IČ: 63481821

Spolupracující partner/výzkumná instituce: **AGROEKO Žamberk spol. s r.o.**

Zemědělská 1004, 564 01 Žamberk, IČ: 42197082

Vybraný dodavatel inovovaných investic: **BEDNAR FMT s.r.o.**

Lohenická 607, 190 17 Praha 9 Vinoř, IČ: 25098781

Místo realizace: Rostěnice 166, 682 01 Rostěnice-Zvonovice

Cílem projektu je vývoj zcela nové komplexní technologie pěstování zrnové kukuřice pro stabilizaci produkce a kvality krmné dávky prasat pro plošné uplatnění. Produktem vyvinuté technologie je vlhkého zrna z pěstitelského postupu kukuřice obsahující vysoký nutriční podíl (škrob a dusíkaté látky) a vykazující dietetické působení pro zažívací trakt. Vyvinutá technologie očekává pozitivní projev ve výkrmu prasat s odezvou ve vyšších denních přírůstcích a v rychlejším dovršení porážkové hmotnosti. Mimoprodukčním cílem projektu je vývoj pěstební technologie s účinným ochranným vlivem na půdu proti erozi, proti neproduktivnímu výparu vláhy a proti zhutnění půdního profilu. Soubor ochranným vlivů na půdu společně s vývojem technologie tzv. profilového hnojení půd do rýh kejdou prasat z vlastní produkce, tj. cíleně do hluboké (a mělké) zóny kypřených pásů, pro zvýšení a stabilizaci půdní úrodnosti v typické aridní pěstitelské oblasti.

Klíčová slova: vývoj, ochrana a zúrodnování půdy, kejda prasat, kukuřice, zrna, výkrm prasat

Metodika řešení

Spolupráce Žadatele s výzkumnou institucí byla navržena do 3 věcných etap řešení inovačního projektu v období 2017 – 2020. Obsahem spolupráce je výzkum a experimentální vývoj komplexní inovace v technologii produkce vlhkého kukuřičného zrna pro výživu prasat ve výkrmu s ochranným a zúrodnovacím vlivem na půdu, včetně pozitivního vlivu na vodu a životní prostředí. Metodami výzkumu a vývoje jsou poloproduktivní plodinové pokusy, zkoušky

strojových torz a předvývojových kompletů strojů v terénních půdně-klimatických podmínkách Žadatele. Produkované vlhké zrna kukuřice je podrobováno analýzám nutričního a minerálního složení před a po fermentaci včetně stanovení obsahu zdravotně rizikových mykotoxinů před distribucí do tekuté krmné dávky pro výkrm náročných plemen prasat. Během řešení projektu jsou realizovány 2 leté vegetační pokusy s plodinou kukuřice a s přípravou půdo-pokryvného mulče pomocí založení porostů meziplodin.

Výstupem řešení inovačního projektu bude komplexní technologie výroby vlhkého kukuřičného zrna pro výživu prasat s využitím nového vyvinutého stroje 1) pro přípravu mulče, tj. pro ochranu půdního pokryvu nezpracované plochy pozemku a stroje 2) pro následné pásové zpracování s rýhovým profilovým hnojením půdy v zónách pro pěstební řádek kukuřice.

- **Výstupem vývoje bude zcela nová a plošně uplatnitelná komplexní technologie pěstování zrnové kukuřice pro stabilizaci produkce a kvality krmné dávky prasat.**

- 1) Dílčím výstupem vývoje bude **dílčí vyvinutá technologie č. 1** redukováného pásového zpracování půdy s profilovým hnojením kejdou prasat do rýhy v zónách kypřených pásů.
- 2) Dílčím výstupem vývoje bude **dílčí vyvinutá technologie č. 2** založení půdo-ochranného neživého mulče, a to výsevem meziplodin po sklizni zrninových předplodin, před pásovým zpracováním půdy pro kukuřici.

I. Etapa řešení: Vývoj dílčí technologie redukováného zpracování půdy v aridní oblasti s erozním ohrožením s jedinečným systémem profilového hnojení půdy tekutými statkovými hnojivy v rýhách následného výsevu řádků kukuřice

Strojové vybavení – souběžný vývoj s Dodavatelem investice: Pásový kypřič půdy s dobrou průchodností v neživém mulči, s aplikací tekutého statkového hnojiva do rýh a se systémem více zónového uložení aplikačních rýh v kypřeném pásu.

II. Etapa řešení: Vývoj dílčí technologie přípravy půdního mulče v aridních podmínkách pro redukované pásové zpracování půdy před založením porostů kukuřice pro produkci zrna

Strojové vybavení – souběžný vývoj s Dodavatelem investice: Talířovo-prutové brány s pneumatickou rozptylovou distribucí osiva pro výsev meziplodin zajišťující dostatečnou produkci neživého mulče v jarním období pro půdo-ochranné pásové zpracování půdy před výsevem kukuřice.

III. Etapa řešení: Monitoring fermentačních změn nutričně-minerálního složení vlhkého kukuřičného zrna z vyvíjené pěstební technologie, stanovení krmné hodnoty zrna z nové technologie pěstování a predikce uplatnění ve výkrmu prasat

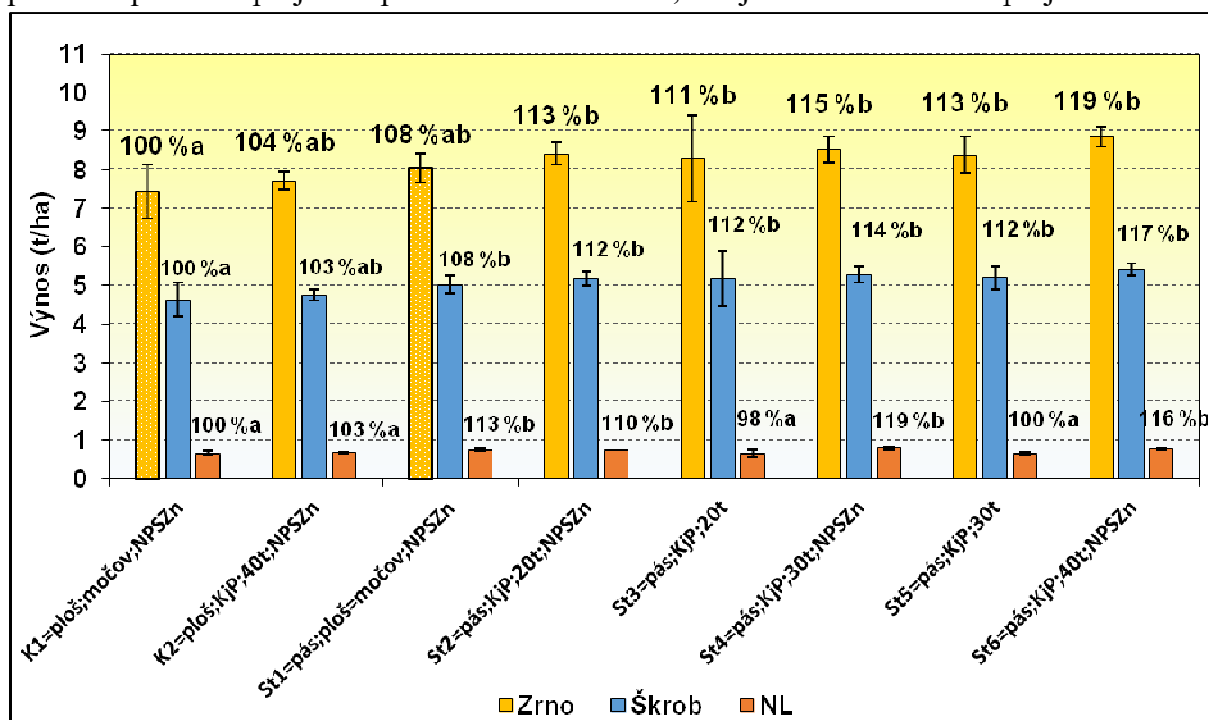
Technické vybavení – drobná stavba: Dostavba a drobná stavební rekonstrukce skladovacího sila pro uložení pokusných šarží vlhkého kukuřičného zrna k fermentaci, následný monitoring změn složení zrna po fermentaci.

Průběžné výsledky z roku 2018

Dílčí technologie č. 1: První zkouška strojové konstrukce pro vyvíjenou dílčí technologii pásového zpracování půdy s profilovým hnojením kejdou prasat do rýh pro zrnovou kukuřici, založenou na nesouvislém zpracování a hnojení půdy na pozemku, poskytla pozitivní výsledky pro vývoj komplexní technologie produkce vlhkého kukuřičného zrna. Vyvíjená technologie poskytla vyšší produkci a zlepšila jakost vlhkého zrna po hnojení kejdou prasat (KjP) v dávce v rozpětí 20 – 40 t/ha přímo do rýhy zpracovaných pásů půdy. Aplikace nejvyšší dávky kejdy prasat 40 t/ha (150 kg uvolnitelného N/ha) poskytla nejvyšší výnos zrna, tj. o 19 % vyšší oproti současné technologii celoplošného zpracování a hnojení půdy minerálním hnojivem (močovina, 150 kg N/ha). Zároveň ve vyvíjené technologii pásového zpracování s rýhovým hnojením kejdou prasat se pozitivně uplatnila seťová

aplikace Ultra Korn NPSZn hnojiva (26 kg N, 35 kg P₂O₅, 20 kg S, 616 g Zn/ha) do oblasti set'ového lůžka secím strojem. Střední dávka kejdy 30 t/ha poskytla 15 % zvýšení výnosu a dávka 20 t/ha se projevila 13 % zvýšením výnosu zrna oproti současné technologii celoplošného zpracování a hnojení půdy minerálním dusíkatým hnojivem (močovinou). Kombinace aplikace dusíkatého minerálního hnojiva celoplošně před pásovým zpracováním půdy se projevila 8 % zvýšením výnosu. Lokalizované zpracování půdy pro pěstební řádek kukuřice působilo velmi pozitivně na produkci zrna v typické aridní pěstelské oblasti.

Paralelní laboratorní ověření vhodnosti technologie pásového zpracování a hnojení pro vegetativní produkci, tj. pro siláž, nejevilo natolik pozitivní výsledky v porovnání s potenciálem výnosu píce po současném celoplošném zpracování. Vyvíjená technologie měla převážně pozitivní projev na produkci zrna kukuřicí, což je v souladu s cílem projektu.

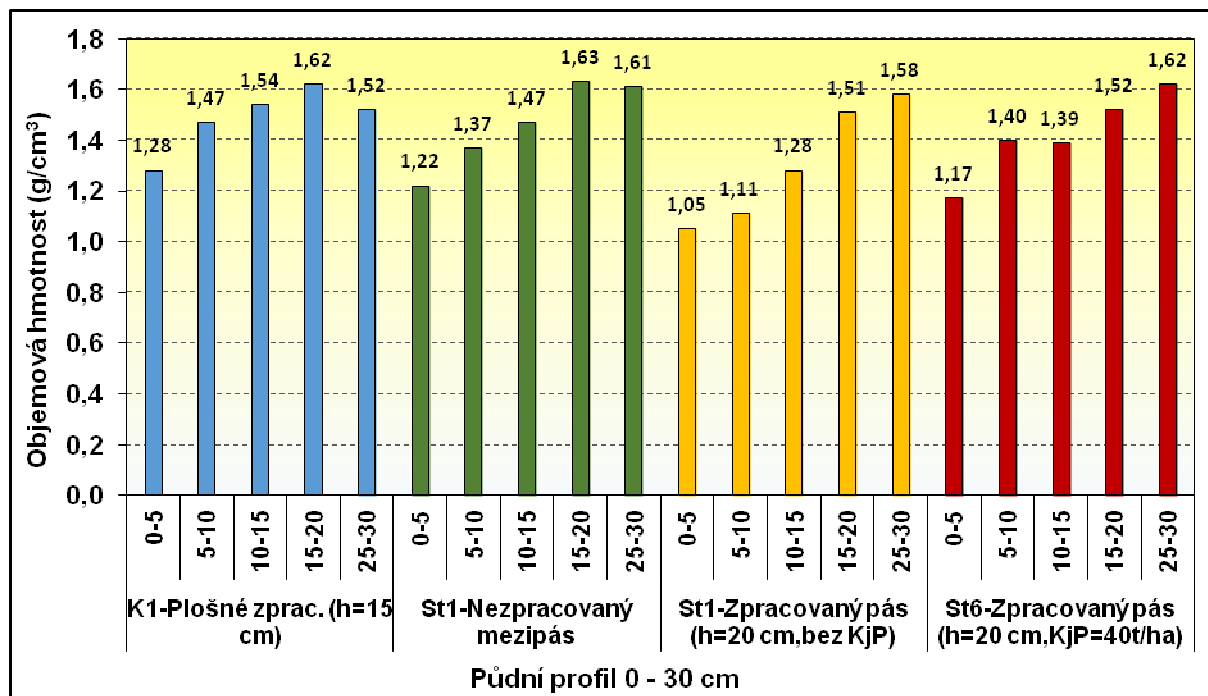


Výnos vlhkého kukuřičného zrna ve vyvíjené technologii redukovaného pásového zpracování a hnojení půdy kejdou prasat v porovnání se současným plošným zpracováním a hnojením půdy (10. 9. 2018)

Pozn. Sloupce označené odlišnými písmeny (a, b) vykazují statisticky průkazné rozdíly na hladině významnosti $p < 0,05$ (ANOVA, Fisher LSD test) K1, K2 = současná technologie plošného zpracování a hnojení půdy, St1 – S6 = varianty vývoje, KjP = kejda prasat, NPSZn = pod patu setí.

Vyvíjená technologie pásového zpracování půdy vytvořila dostatečné podmínky pro růst kořenů a výživu nadzemní části pro produkci zrna. V kypřeném pásu se významně snižovalo zhutnění půdy, což velmi prospívalo růstu kořenů v pásu (v prokypřeném „truhlíku“). Ve zpracovaném horizontu 0 – 5 cm byla **objemová hmotnost půdy**, označující přímý ukazatel zhutnění, zpravidla nejnížší. Tomu napomáhaly kořeny mrtvého půdo-pokryvného mulče hořčice (porostu založeného na podzim předešlého roku). V horizontu 5 – 10 cm se zvýšila objemová hmotnost půdy a nadále úměrně vzrůstala s hloubkou půdního profilu. Nadměrné zhutnění (vyšší než 1,45 g/cm³) bylo zjištěno po současné technologii celoplošného zpracování do hloubky 15 cm (K1) již v horizontu 5 – 10 cm. Ve vyvíjené technologii (St1) bylo v nezpracovaném prostoru mezi kypřenými pásy zjištěno nadměrné zhutnění v horizontu 10 – 15 cm a ve zpracovaném pásu až v horizontu 15 – 20 cm. Podobně tomu bylo také s aplikací kejdy do rýh v dávce 40 t/ha (St6) kde bylo nadměrné zhutnění indikováno až ve hloubce kypřeného profilu 15 – 20 cm. To odpovídalo hloubce, respektive dnu zpracované půdy v pásu, která byla nastavena do 20 cm pod úroveň původního povrchu půdy. Navíc je patrné, že celoplošné zpracování do 15 cm hloubky (talířový kypřič) vytvořilo již v horizontu 5 – 10 cm mírně kompaktní vrstvu pracovními orgány, s kumulací dna zcela

nadměrného zhutnění v hloubce 15 – 20 cm, tedy těsně pod dnem zpracování (hloubka kypření nastavena do 15 cm). Kumulace zhutnění částečně pocházela z podzimu pro výskyt v horizontu 15 – 20 cm v nezpracovaném pásu u vyvíjené technologie (St1). Zpracovaný pás půdy do hloubky 20 cm (nastavení dna zpracování dlátem) poskytl do hloubky 15 cm strukturní půdu bez známek nadměrného zhutnění. Zároveň je patrné, že se dostavilo ve vyvíjené technologii pásového kypření technogenní utužení půdy pod dnem zpracování dlátem pásového kypřiče, tedy projev zvýšení objemové hmotnosti v horizontu 25 – 30 cm a částečně zřejmě již v horizontu předešlém 15 – 20 cm.



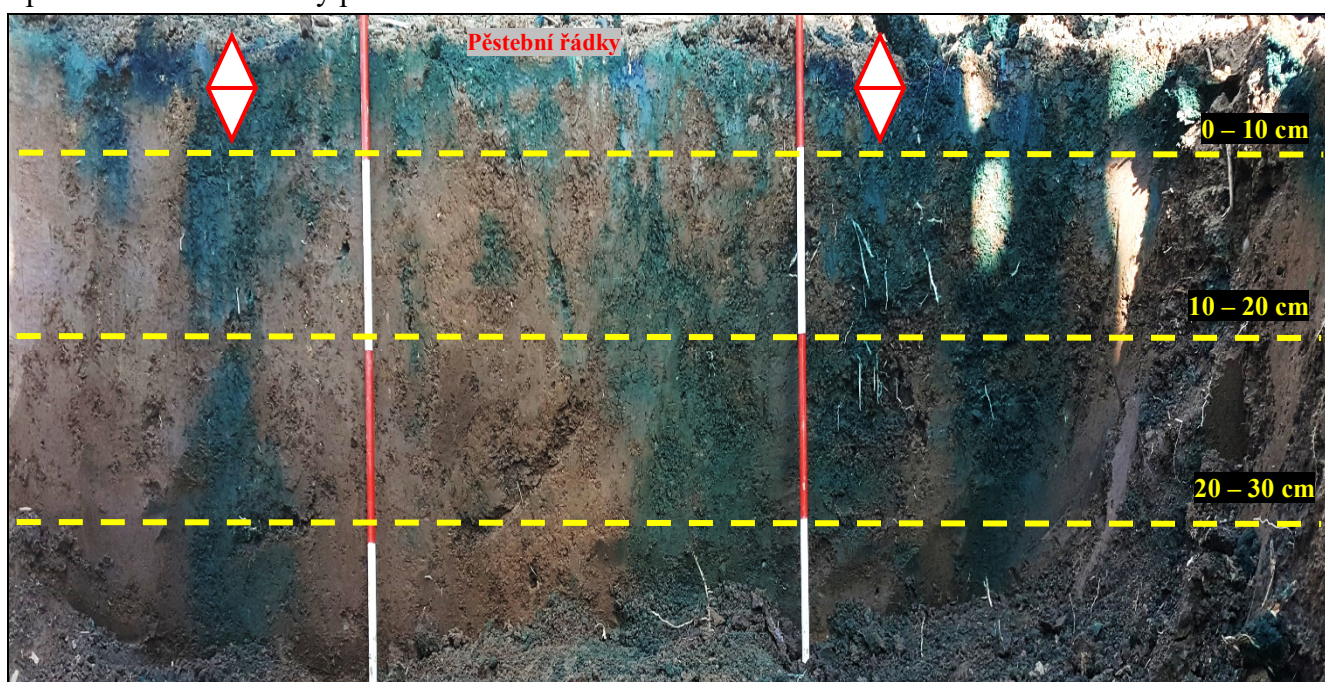
Vliv vyvíjené technologie pásového zpracování půdy na prostorovou variabilitu zhutnění půdního profilu na pozemku v porovnání s celoplošným zpracováním půdy pro kukuřici (porost s vyvinutým 7. – 9. listem, 7. 6. 2018) Pozn.: K1 = současná, St1, St6 = vyvíjená technologie

Vyvíjená technologie prostorově redukovaného pásového zpracování půdy se projevila pozitivně na vsakovací schopnosti půdy pro vodu. Infiltrační zkouška se simulací atmosférické srážky 40 mm ($40 \text{ l/m}^2 = \text{přivalový déšť}$) zjistila **o 40 % (o 0,60 l/s) rychlejší zasáknutí vody do půdního profilu** oproti současnému celoplošnému zpracování půdy. Po redukovaném pásovém zpracování se o 13 % zvýšil podíl vody v profilu ornice.

Monitorovaný horizont (cm)	Zastoupení infiltrační vody (barvy) v půdním profilu		
	CELOPLOŠNÉ talířové zpracování do 15 cm *současná technologie*	REDUKOVANÉ pásové zpracování do 20 cm *vyvíjená technologie*	Rozdíl *vývoj-současnost*
Rychlost infiltrace:	0,88 l/s	1,48 l/s	+0,60 l/s
0 – 10	31 %	42 %	+11 %
10 – 20	27 %	43 %	+16 %
20 – 30	26 %	38 %	+12 %
0 – 30	28 %	41 %	+13 %

Zastoupení plochy infiltrované vody s barvivem v jednorázové srážce 40 mm na stěně kopané půdní sondy (podíl obarvení půdního profilu) po zpracování půdy vyvíjenou technologií pásového zpracování v porovnání se současným celoplošným zpracováním (rychlost infiltrace k 20. 6. a podíl obarvení profilu k 21. 6. 2018, v porostu kukuřice v růstové fázi BBCH 31 – 33)

Detail vizualizace preferenčních infiltračních linií vody v půdním profilu po pásovém zpracování ukazuje na soustředěné vsakování vody v kypřených páslech, tedy pro přímou distribuci vláhy rostlinám kukuřice. V nekypřeném mezipásu podporovalo částečné povrchové plošné zasakování vody přítomnost kořenů neživého mulče hořčice.



Vizualizace preferenčních infiltračních toků vody půdní profilem po vyvíjené technologii redukovaného pásového zpracování do hloubky 20(23) cm (21. 6. 2018)

Dílčí technologie č. 2: Založení porostu extenzivním výsevem pomocí vyvinutých prutových bran s pneumatickou distribucí osiva, zakončenou terčíkovým plošným rozptylem, poskytlo významně větší nárůst nadzemní biomasy oproti současnému přesnému setí secím strojem (do řádků). **Nejvyšší hmotnost sušiny nadzemní biomasy 2,82 t/ha** založeného půdo-pokryvného porostu hořčice byla zjištěna před zimou na M3 variantě vývoje s nízkou agresivitou zavlačování osiva prutovými sekcemi vyvíjených bran. Druhá nejvyšší hmotnost sušiny 2,80 t/ha byla zjištěna na parcele vývoje M5 s nadstavbou aplikace kejdy prasat v dávce 20 t/ha pro podporu růstu hořčice. Podobná hmotnost sušiny nadzemní biomasy 2,79 t/ha byla zjištěna po mělké základní přípravě půdy, která neomezovala růst hořčice. Naopak **nejnižší nárůst nadzemní biomasy 2,01 t/ha** byl po současné technologii založení porostu mezplodiny secím strojem s roztečemi výsevu řádků 12,5 cm. Druhý nejnižší nárůst biomasy 2,28 t/ha byl zjištěn na variantě M2 po vyšší agresivitě (přtlaku) zavlačovacích prutů vůči povrchu půdy. Optimální hmotnost 2 t sušiny nadzemní biomasy na 1 ha pro mezplodinový porost před příchodem zimy byla vyvíjenou technologií naplněna.

Porosty hořčice vytvořily v zeleného hmotě 11,9 – 17,2 t/ha čerstvé biomasy. To bylo v sušině 1,6 – 2,2 t/ha organických látek, které byly na jaře po přechodu porostu do neživého mulče potencionálním zdrojem potravy pro půdní edafon (zejména odumřelé kořeny).

Součástí vyvíjené dílčí technologie extenzivního založení porostu mezplodiny pro produkci neživého mulče a přípravu pozemku pro jarní pásové zpracování půdy bylo porovnání mělké přípravy půdy do 8 cm a hluboké do 30 cm a porovnání variant přímo hnojené hořčice kejdou prasat (20 t/ha) pro podporu růstu.



Varianta vývoje	Čerstvá hmota	Suchá hmota	Organické látky	Počet rostlin/m ²	Délka rostlin (cm)
K;hluboce;sečka	100 %	100 %	100 %	112±23	50±1
M1;mělce;V-agres	140 %	139 %	137 %	172±8	58±7
M2;hluboce;V-agres.	112 %	113 %	110 %	124±8	47±3
M3;hluboce;N-agres	145 %	140 %	139 %	100±3	67±1
M4;hluboce;V-agres;bez-Tal.	132 %	114 %	112 %	116±31	61±5
M5;KjP20t;hluboce;V-agres	143 %	139 %	131 %	172±14	56±9
M6;hluboce;KjP20t;V-agres	135 %	123 %	116 %	100±14	53±0

Porovnání nárůstu nadzemní biomasy v čerstvé hmotě, v sušině a v organických látkách, hustoty porostu a délky rostlin hořčice po výsevu vyvíjenou technologií s použitím vyvíjených prutových bran (21. 11. 2018) K = secí stroj, M1-M6 = varianty vývoje,

N = nízká agrese, V = vysoká agrese zavlačení, KjP = kejda prasat, bez-Tal. = brány bez talířové sekce

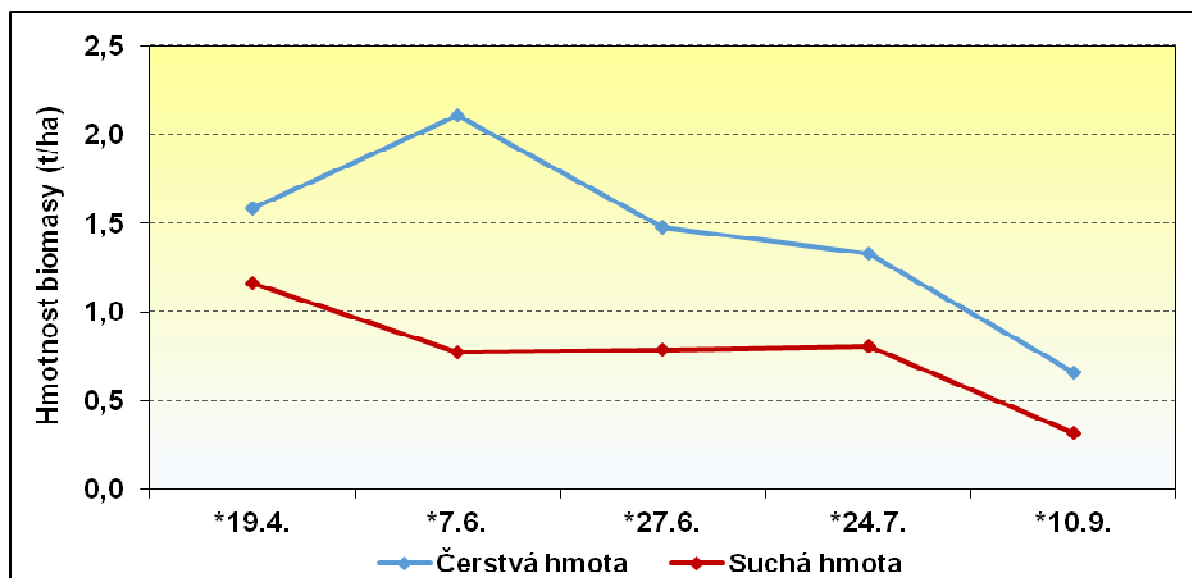
Během vegetace kukuřice byla v roce 2018 monitorována přítomnost půdo-ochranného neživého mulče hořčice v prostoru nezpracovaného mezipásu. Mulč byl založen výsevem směsi meziplojin s hořčicí v létě 2017. Bylo zjištěno, že ponechaná hmota mulče hořčice na povrchu půdy významně ubývala v průběhu vegetace kukuřice.



Půdo-pokryvný mulč z původní vyseté směsi meziplojin na podzim 2017 = po zimě přítomný pouze zbývající podíl hořčice (32 – 40 rostlin/m²), v kukuřici po jarním redukováném pásovém zpracování půdy (stav k 7. 6. 2018)

Po zimě dne 19. 4. 2018 byla zjištěna hmotnost sušiny neživého mulče 1,16 t/ha a později v době sklizně kukuřice se nacházelo jen 0,32 t/ha. Mezi obdobím 19. 4. a 7. 6. došlo k poklesu původní hmotnosti mulče o 34 %, trend se udržoval až do 24. 7. a po té se ztratilo z pozemku dalších 38 % hmotnosti, tj. **celková ztráta** původní hmotnosti sušiny mulče během jarní vegetace kukuřice činila **72 %**.

Na jaře se nacházelo na pozemku dne 19. 4. v průměru pouze 32 – 40 odumřelých rostlin na ploše 1 m². V tuto dobu bylo v odumřelém mulči akumulováno zbývajících 18 kg N/ha. Hořčice byla vyseta ve směsi (svazenka, pohanka nebo peluška), a pouze ta, respektive její neživý mulč zůstal na pozemku po mrazivém průběhu zimy 2017/2018 pro využití k ochrannému pokryvu v technologii lokalizovaného pásového zpracování půdy.



Dynamika hmotnosti půdo-ochranného mulče na povrchu nezpracovaném pásu ve vyvíjené technologii redukováného pásového zpracování půdy během vegetace kukuřice (pásové zpracování půdy provedeno 30. 4. 2018)

Komplexní vyvíjená technologie: Složení vlhkého kukuřičného zrna po fermentaci ve skladovacím síle vykazovalo pozitivní zlepšení v pěstitelském postupu s využitím vyvíjené technologie pásového zpracování a rýhového hnojení půdy kejdou prasat. Zrno produkované vyvíjenou technologií vykazovalo vyšší obsah energetické složky škrobu a v důsledku snížení podílu lehce rozpustných cukrů (LR), zvýšení obsahu dusíkatých látek (NL), podstatné snížení pH ve vodním výluhu pro dietetické působení a zvýšení minerálního obsahu (fosforu, draslíku a pozitivně zinku a mědi pro harmonizaci střevní mikroflóry prasat).

Varianta vývoje K = současnost St4 = vývoj	Škrob (%)	NL (%)	Vláknina (%)	Tuk (%)	LR Cukry (%)	pH	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)
K1=ploš;močov;NPSZn	72,70	9,20	2,56	3,75	2,15	6,41	0,25	0,31	0,11	0,097	17,5	1,59
St4=pás;KjP;30t;NPSZn	74,40	9,74	2,67	3,29	0,44	5,00	0,27	0,35	0,09	0,100	20,3	1,91



Vlhké kukuřičné zrno po fermentaci



Chov prasat – výkrm na farmě Hlubočany

Za řešitelský tým výzkumné instituce AGROEKO Žamberk spol. s r. o.

Ing. Tomáš Javor, DiS.
Ing. Lenka Beranová, DiS.
Ing. Lukáš Staněk, Ph.D.

Za řešitelský tým Žadatele ROSTĚNICE, a.s.

Ing. Luděk Novotný