

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 VENKOV

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

Období řešení: **2018 – 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 a plošně uplatnitelné komplexní technologie pěstování zrnové kukuřice pro stabilizaci produkce a kvality krmné dávky prasat. 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 rychlejší dožití porážkové hmotnosti. Mimoprodukčním cílem projektu je vývoj pěstební technologie s účinným ochranným vlivem na půdu proti erozi, proti neproduktivnímu výparu vláhy a proti ztuhnutí půdního profilu. Soubor ochranných vlivů na půdu společně s vývojem technologie tzv. profilového hnojení půd do rýh kejdou prasat z vlastní produkce, tj. cíleně do hluboké zóny kypřeným pásů, zvýší a stabilizuje půdní úrodnost v typické aridní pěstitelské oblasti.

Klíčová slova: vývoj, ochrana a zúrodnování půdy, kukuřice, kejda prasat, 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 poloprovozní plodinové pokusy a

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 fermentací a po fermentaci včetně stanovení mykotoxinů v zrna 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 půdního 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 a stroje 2) pro následné pásové zpracování s rýhovým profilovým hnojením půdy pro pěstební řádek kukuřice.

- **Výstupem vývoje bude zcela nová a plošně uplatnitelné 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 do rýhy v kypřených pásech kejdou prasat
- 2) Dílčí výstupem vývoje bude **dílčí vyvinutá technologie č. 2** založení půdo-ochranného mulče výsevem meziplodin po sklizni předplodiny pro následné pásové zpracování 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 aplikací tekutého statkového hnojiva do rýh s dobrou průchodností v neživém mulči a se systémem 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 vhodných pro dostatečnou produkci neživého mulče v jarním období při pásovém zpracování půdy pro kukuřici.

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

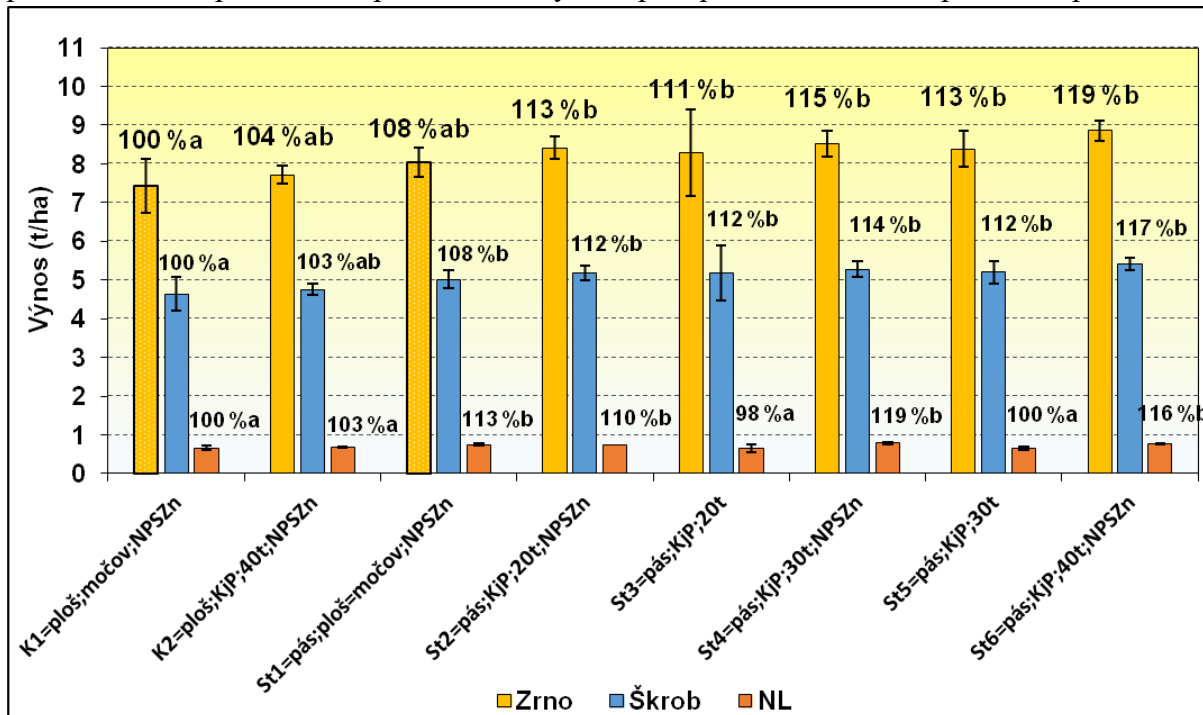
Technické vybavení – drobná stavba: Dostavba a drobná stavební rekonstrukce skladovacího síla pro uložení vlhkého kukuřičného zrna k fermentaci, následný monitoring změn složení zrna po fermentaci.

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, poskytly pozitivní výsledky pro vývoj komplexní technologie produkce vlhkého kukuřičného zrna. Zejména vyvíjená technologie poskytla vyšší produkci a 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 než současná technologie 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 seťové aplikace NPSZn hnojiva (26 kg N, 35 kg P₂O₅, 20 kg S, 616 g Zn/ha) do oblasti seťového 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 hnojením půdy minerálním dusíkatým hnojivem. Kombinace aplikace dusíkatého minerálního hnojiva celoplošně před pásovým zpracováním půdy se projevila 8 % zvýšením výnosu. Lokalizované zpracování půdy pro pěstební řádek kukuřice působila velmi pozitivně produkci zrna v typické aridní oblasti.

Paralelní laboratorní ověření vhodnosti technologie pásového zpracování a hnojení pro vegetativní produkci, tj. pro siláž se nejevila natolik pozitivně, jako fyzické zjištění při produkci zrna v porovnání s potenciálem výnosu píce po současném celoplošném zpracování.

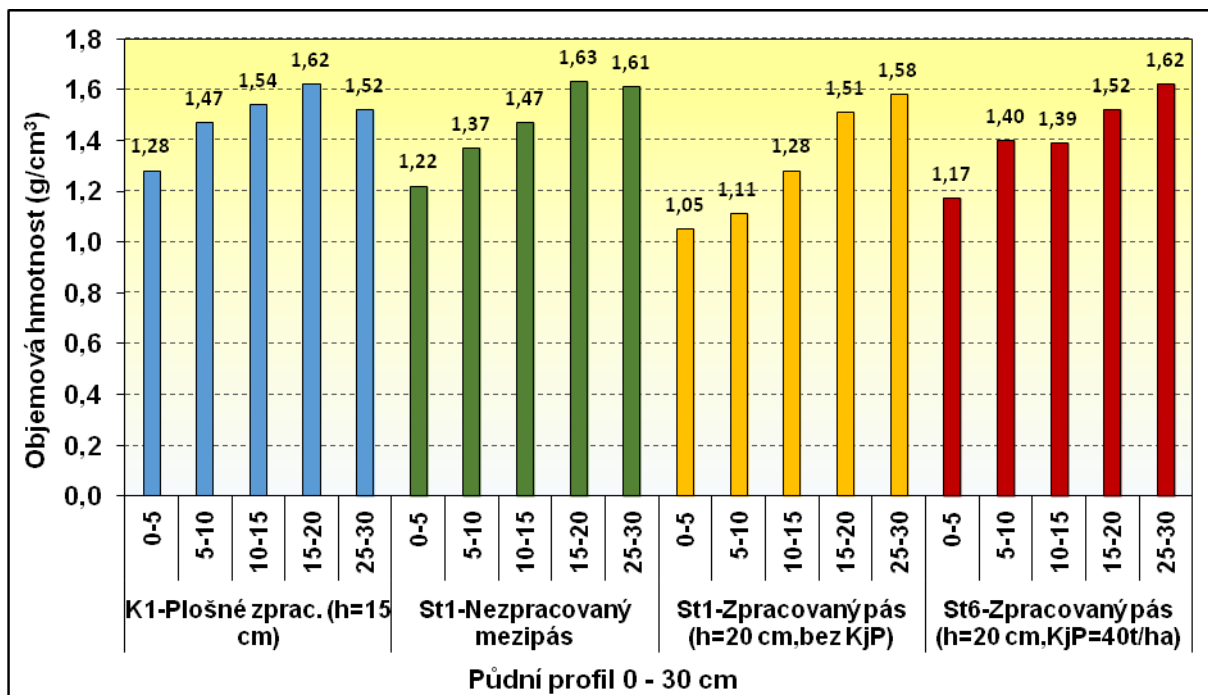


Výnos vlhkého kukuřičného zrna ve vyvíjené technologii redukovaného pásového zpracování a hnojení půdy kejdou prasat v porovnání se současným plošným zpracováním a hnojením půdy (10. 9. 2018)

Pozn. Sloupce označené odlišnými písmeny (a, b) vykazují statisticky průkazné rozdíly na hladině významnosti $p < 0,05$ (ANOVA, Fisher LSD test)

Vyvíjená technologie pásového zpracování půdy vytvořila dostatečné půdní 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 („kypřeném truhlíku“). Ve zpracovaném horizontu 0 – 5 cm byla **objemová hmotnost půdy** jako přímý ukazatel zhutnění zpravidla nejnižší, čemuž 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 (objemová hmotnost vyšší než $1,45 \text{ g/cm}^3$) 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 až 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) vytvořil 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 horizontu v 15 – 20 cm také v nezpracovaném pásu u vyvíjené technologie (St1). Zpracovaný

pás půdy do hloubky 20 cm (nastavení dna zpracování dlátem kypriče) poskytl do hloubky 15 cm strukturní půdu bez známek nadměrného zhuštění. Zároveň je patrné, že se dostavilo ve vyvíjené technologii pásového kyprění technologické utužení půdy pod dnem zpracování dlátem pásového kypriče, tedy projev zvýšení objemové hmotnosti v horizontu 25 – 30 cm, částečně zřejmě již v horizontu předešlém 15 – 20 cm.



Vliv vyvíjené technologie pásového zpracování půdy na prostorovou variabilitu zhuštění půdního profilu na pozemku v porovnání s celoplošným zpracováním půdy pro kukuřici (porost s vyvinutým 7. – 9. listem, 7. 6. 2018)

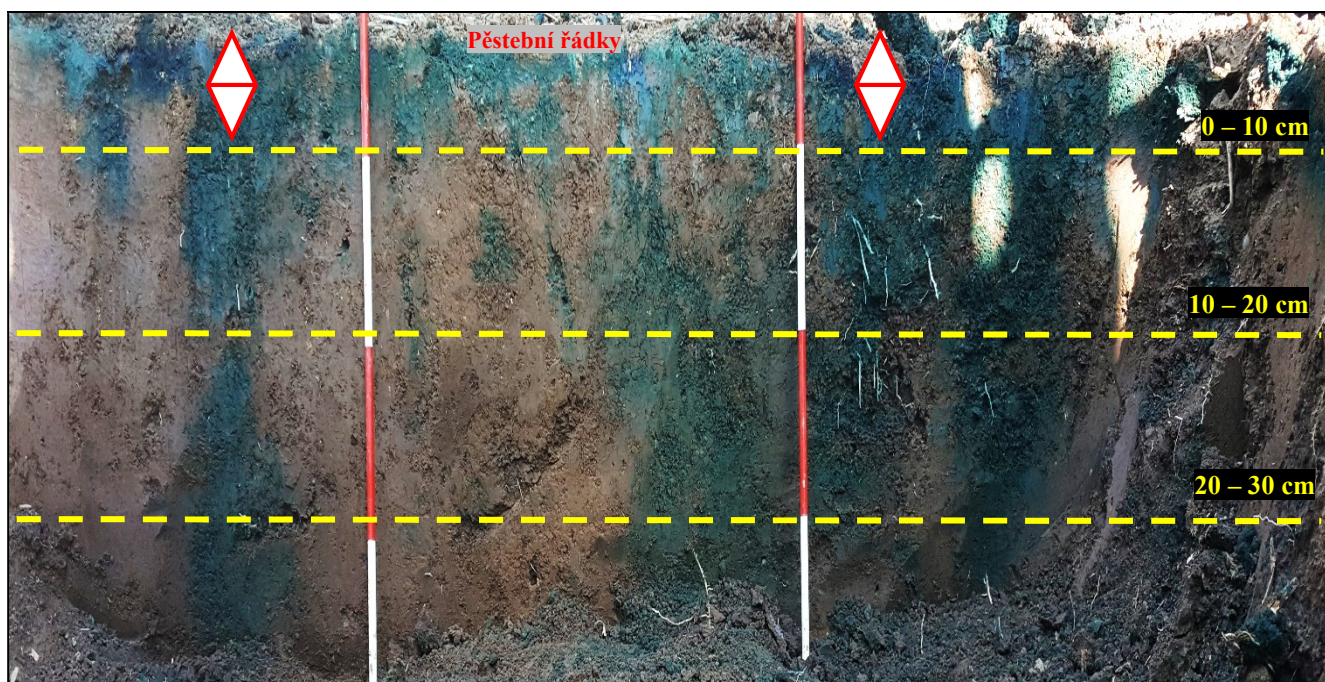
Vyvíjená technologie prostorově redukováného pásového zpracování půdy se projevila pozitivně na vsakovací schopnosti půdy pro vodu. Infiltrační zkouška se simulací atmosférické srážky 40 mm ($40 \text{ l/m}^2 = \text{přívalový déšť}$) zjistila o 40 % (0,45 l/s) rychlejší vsakování vody do půdního profilu než po současném celoplošném zpracování půdy. Po redukováném pásovém zpracování se významně 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:	1,13 l/s	0,68 l/s	-0,45 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 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 dobré vsakování vody v kyprěných pásích pro přímou distribuci vláhy

roślinám kukuřice. Částečné povrchové plošné zasakování vody v nekypřeném mezipásmu podporuje přítomnost kořenů neživého mulče hořčice.



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

Dílní technologie č. 2: Založení porostu extenzivním výsevem pomocí vyvinutých prutových bran s pneumatickou distribucí osiva zakončenou terčíkovým plošným rozptylem poskytlo větší nárůst nadzemní biomasy oproti současnému přesnému setí secím strojem (do řádků). **Nejvyšší hmotnost sušiny nadzemní biomasy 2,82 t/ha** založeného půdopokryvného porostu hořčice byla zjištěna na M3 variantě vývoje s nízkou agresivitou zavlačování osiva prutovými sekcemi 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. Hmotnost sušiny nadzemní biomasy 2,79 t/ha byla po mělké základní přípravě půdy, která nevadila růstu hořčice. Naopak mezi **nejnižší nárůst nadzemní biomasy 2,01 t/ha** patřil porost 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 (přítlaču) 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 jsou na jaře po přechodu porostu do neživého mulče (pokryvu půdy) do určité míry (množství v pásech zpracování) potencionálním zdrojem organické hmoty pro půdní edafon. Více zaručeným zdrojem organické hmoty mulče jsou pro půdu odumřelé kořeny

Součástí vyvíjené dílní technologie extenzivního založení porostu mezplodiny pro produkci neživého mulče k jarnímu pásovému zpracování půdy (technologie č. 1) 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 letního 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 v pokuse po výsevu vyvíjenou technologií prutových bran (21. 11. 2018)

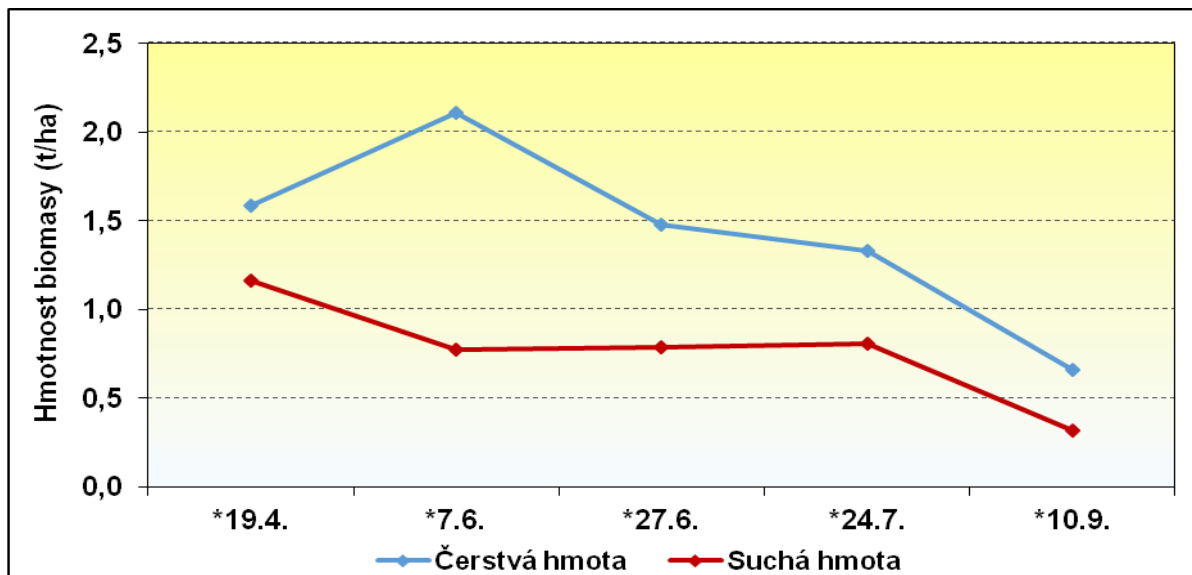
Během vegetace kukuřice v roce 2018 byla monitorována přítomnost půdo-ochranného neživého mulče hořčice v prostoru nezpracovaného mezípasu. Bylo zjištěno, že hmota mulče hořčice bílé ubývala v průběhu vegetace kukuřice.



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

Po zimě dne 19. 4. 2018 byla zjištěna hmotnost sušiny neživého mulče 1,16 t/ha a v době sklizně kukuřice již jen na 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 se svazenkou a pohankou a pouze hořčice, respektive její neživý mulč zůstal na pozemku po mrazivém průběhu zimy 2017/2018 pro využití k ochrannému pokryvu v technologii redukovaného pásového zpracování půdy.



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

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

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.

Za řešitelský tým Žadatele ROSTĚNICE, a.s.

Ing. Luděk Novotný