



ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

Těšnov 65/17, 117 05 Praha 1, tel.: +420 221 812 400, e-mail: cazv@cazv.cz, www.cazv.cz

Výsledky výzkumu pro praxi

Zemědělská technika je velmi širokou oblastí zasahující do všech oblastí zemědělství. Ať už jde o mobilní energetické prostředky, pracovní stroje, stavby, technologické vybavení stáje, zásobování energií, řídicí a počítačové systémy, GPS aplikace nebo využití obnovitelných zdrojů energie či robotických systémů v zemědělství. Výzkum v těchto oblastech pomáhá směřovat zemědělskou produkci k lepším užitným vlastnostem produktů, vyšším výnosům při současném snížení ekologické zátěže prostředí. Následující výběr výsledků ukazuje šíři zemědělského výzkumu v oblasti zemědělské techniky. Tento článek svými texty naplní členové Odboru zemědělské techniky energetiky a výstavby České akademie zemědělských věd.

Pěstování chmele

Katedra zemědělských strojů Technické fakulty ČZU v Praze se již více než deset let zabývá výzkumem různých problémů souvisejících s pěstováním a finalizací konečného chmelového produktu. V současné době je katedra koordinátorem pětiletého výzkumného projektu NAZV MZe ČR č. QI101B071 Inovace systému pěstování a zpracování chmele zaměřená na zvýšení kvality konečného produktu (2010–2014) a dále spolupřevítelém výzkumného projektu TA ČR č. TA03021046 Výzkum a vývoj technologie a strojů pro pěstování chmele na nízkých konstrukcích (2013–2016). Projekty jsou řešeny ve spolupráci s Chmelářským institutem s. r. o. Zatec, se závodem Mechanizace Chmelářství, družstvem Zatec a s firmou CHMEL-Vent spol. s r. o. Kříž.

Český chmel má svými charakteristickými vlastnostmi významné postavení v celosvětové produkci piva. Přes 70 % celkové produkce je vyváženo do zahraničí, převážně do Japonska, což představuje nejvýznamnější export z hlediska zemědělství České republiky. Rozvoj v inovaci postupů pěstování a zpracování chmele však není s ohledem na dynamický rozvoj výroby a pivovarnických technologií v celkovém souladu. Odběratelé stále více kladou důraz nejen na pivovarnické parametry chmelového produktu, ale hlavně na perfektní čistotu chmelových granulí ve vztahu k nežádoucím příměsím.

Výzkum se týká tří oblastí a orientuje se na možná místa v celém technologickém procesu pěstování a zpracování chmele, která znamenají riziko pro zanesení nežádoucích příměsí.

Jedna část je zaměřena na výzkum v oblasti pěstivosti, kde jsou prováděny laboratorní a polní experimenty s variantním řešením chmelovodů či jejich zavěšování. Jsou ověřovány různé materiály pro chmelovodice a jejich uchytvy z hlediska mechanického namáhání chmelnicové konstrukce, provozního postupu při zavěšování chmelovodů a zamezení vstupu příměsí při strhávání a dopravě chmele do další části technologické linky.

Další součástí řešení jsou experimenty s ověřováním nových technologických postupů při česání, sušení a balení chmele u pěstivost.

Záhodou je, aby ve chmelu expedovaném od pěstitele bylo maximálně jedno procento biologických příměsí. Výzkum řeší otázku minimalizace těchto příměsí ve stacionární česací lince, včetně sušárny a balení chmele. Zde se mj. provádí srovnávací měření stávajících a nově navržených pásů překulovačů. Výsledky zahrnují porovnání jak kvalitativních, tak i ekonomických ukazatelů navrhovaného řešení.

Další část výzkumu se orientuje na centrální zpracovatelské linky, kam je slisovaný chmel dovážěn od jednotlivých pěstivostí. Optimalizuje se příjem, finální separace, sušení a následná granulace tak, aby chmel splňoval stále se zvyšující nároky odběratelů. Paralelně též probíhá výzkum a vývoj techniky pro pěstování a sklizeň chmele pěstovaného na nízkých konstrukcích.

Brambory i využití hnojiv

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i., Praha (VUZT) vyvinul pracovní postup a provádí měření vlivu mechanického zatížení na změny dužniny brambor. Možné je měření i v jiných zemědělských produktech (ovoce, zelenina). Cílem postupu měření je zjistit a statisticky vyhodnotit průběh odolnosti produktů vůči mechanickému poškození, který je vyjádřen procentem změněné plochy (černání, zednutí) na řezu vzorku v závislosti na stupni mechanického zatížení, jež je modelováno simulátorem pohybu plodin ve sklizňových a přepravních zařízeních vyvinutým VUZT. Vzorky jsou vystavovány silovému zatížení (vibracím) při nastavitelné frekvenci i amplitudě. Výsledky řady měření jsou z formy digitalizované grafiky převedeny na číselné hodnoty a statisticky vyhodnoceny. Na tomto základě jsou pak stanoveny závislosti vnitřního poškození vzorků podle stupně mechanického zatížení. Z výsledků se dá zjistit, jak hlíza odolává zvyšujícímu se zatížení. Vnitřní poškození hlízy se zvyšuje se stupněm mechanického zatížení logaritmičtíky a v případech s různou dobou trvání zatížení. Uvedená měření zjistila poměrně vysoký stupeň odolnosti některých odrůd brambor vůči mechanickému zatížení. To umožňuje určit vhodné odrůdy brambor pro určité typy technologických operací, nebo vhodný způsob zpracování.

Výsledky uvedené v příspěvku byly financovány a získány při řešení výzkumného záměru MZe ČR číslo MZe 00027031 s názvem Výzkum nových poznatků vědního oboru zemědělské technologie a techniky a aplikace inovací oboru do zemědělství České republiky.

Technologie lokální aplikace kapalných hnojiv a založení pokusných ploch byla ověřována v bramborářské výrobní oblasti v zemědělském podniku ZD Vysočina Zeliv. Polnělaboratorní zkoušky byly ověřovány se spolupřevítelém ve VUB s. r. o. Havlíčkův Brod, na pokusné stanici Valečov. Pro aplikaci kapalných hnojiv na pokusných stanicích Zeliv a Valečov byl použit funkční model zařízení pro aplikaci kapalných hnojiv a přípravků vyvíjený ve VUZT.

Výsledky porovnání lokální aplikace tuhých a kapalných dusíkatých hnojiv v provozních podmínkách:

Při provozním měření v suchém roce 2007 byl zjištěn vyšší výnos o 6–8,6 % oproti kontrolní nepřihnojené ploše pouze u varianty přihnojení s tekutým hnojivem DAM a DAM s regulátorem PIADIN. U varianty s přihnojením tuhým hnojivem NPK byl zjištěn výnos nižší o 7–13 % oproti nepřihnojené kontrole. Výsledky výnosového pokusu s přihnojením tuhým a kapalným hnojivem ALZON oproti kontrole nebyly významné a příkazné. U varianty s přihnojením kapalným hnojivem DAM během vegetace byl zjištěn vyšší výnos o 3,7 % oproti kontrolní nepřihnojené variantě.

Výnosové provozní pokusy potvrdily zahraniční výsledky zvýšení výnosů při lokální aplikaci hnojiv při sázení o 10–20 % pouze u varianty s kapalným hnojivem. V následném roce 2007 byl výnos u varianty přihnojení s kapalným hnojivem o 3,7 až 8,6 % vyšší, u varianty přihnojení s tuhým hnojivem byl zjištěn snížení 7 až 17 % oproti kontrolní nepřihnojené variantě.

V provozních pokusech byl u tuhých hnojiv zjištěn vysoký obsah nitrátů v ornici a podniku, to signalizovalo jejich možný účinek do podzemních vod. V případě přivalových deštů je tak velké riziko vyplavení nitrátů do povrchových vod při hnojení tuhým hnojivem. Lokální hnojení kapalnými přípravky při sázení i během rané vegetace tyto nepřiznivé jevy významně omezuje.

Z ekonomického porovnání způsobů lokální aplikace (tuhé-kapalné hnojivo) z dvouletého provozního ověření vyplývá, že při obdobné úrovní výnosu byly nižší jak náklady na kapalně hnojivo, tak i náklady na provoz techniky pro přihnojení kapalnými hnojivy oproti použití tuhých hnojiv při srovnatelném výnosu a dávkě dusíku. Obsluha a plnění kapalně hnojiva do zásobníku aplikátoru hnojiva při sázení i během vegetace je snazší oproti manipulaci plnění sázečů tuhými hnojivy z pytlů. Nevýhodou vyššího využití kapalných hnojiv v praxi jsou však nároky na bezpečnost skladování a manipulaci v zemědělském podniku.

Zmíněné výsledky byly získány při řešení výzkumného projektu ministerstva zemědělství NAZV MZe ČR číslo QF 4081 Inovace systému hnojení brambor lokální aplikací minerálních hnojiv se zřetelem na ochranu životního prostředí (2004–2007).

Zpracování pudy

Rostlinná produkce se neobejde bez zpracování pudy. Funkční plochy strojů zpracovávajících pudu jsou vystaveny náročným podmínkám, které vedou k jejich postupné degradaci. Dochází k opotřebování nástroje – změně jeho tvaru a k zhoršení funkčních vlastností. Popsané opotřebení je typickým příkladem abrazivního opotřebení, které patří mezi nejčastější druhy opotřebení v agrokomplexu. Typickým příkladem ploch vystavených intenzivnímu působení tohoto druhu opotřebení jsou části orebného tělesa. Intenzita abrazivního opotřebení částí orebných těles vede k limitnímu stavu, který je nutné řešit výměnou jednotlivých částí orebného tělesa nebo renovací opotřebovaných funkčních ploch. Konvenčně

využívanou metodou renovace v zemědělství je navarování, avšak katedra materiálu a strojírenské technologie Technické fakulty ČZU v Praze se dlouhodobě zabývá i jinými postupy renovace, které je též možné aplikovat do oblasti zemědělské výroby. Součástí výzkumu je využití odpadů ve formě plniva reaktoplastů. Pro zvýšení odolnosti proti abrazivnímu opotřebení lze využít tvrdé anorganické odpadní částice korundu (oxid hlinitý Al_2O_3) a karbidu křemíku (SiC) odebrané z procesu otrýskávání materiálů nebo lze využít i odpad ve formě třísek vznikajících při obrábění tvrdých kovových materiálů. Využití vyvedených odpadů, které nespadají do skupiny odpadů nebezpečných, ve formě plniva polymerních materiálů je materiálovým způsobem recyklace, jež by měla být dle směrnice EU preferována. Zároveň je tento způsob recyklace levný, jednoduchý a cílivý k životnímu prostředí. V případě využití těchto odpadů v podobě plniva kompozitů, kromě ovlivnění některých mechanických vlastností, se výrazně snižuje i výsledná cena. Příprava směsi epoxidové pryskyřice a plniva může probíhat bez speciálního vybavení. Mechanickým mícháním dochází k rozptýlení částic v epoxidové pryskyřici a následně je tato směs nanášena na renovovanou povrch. Obecně lze konstatovat, že čím vyšší je podíl částic v epoxidové směsi, tím vyšší je odolnost tohoto systému proti abrazivnímu opotřebení. Je však nutné zachovat dostatečnou kohezi (soudržnost) systému. V současné době byly na katedře materiálu a strojírenské technologie v návaznosti na experimentální výzkum vyvinuty prototypy částí orebných těles, které jsou testovány v polních podmínkách. Z těchto výsledků je patrné, že tyto systémy nemohou v plné míře nahradit konvenčně využívané renovací metody na místech, která jsou vystavena extrémnímu namáhání (břity orebného tělesa), ale mohou sloužit k renovaci méně exponovaných míst (plazy orebných těles). Kromě samotné aplikace na částech orebného tělesa mohou tyto systémy sloužit pro renovaci jiných částí strojů a mohou být využity i pro tvorbu tvrdých odolných vrstev na plochách materiálů, dále mohou sloužit k lepení a tmelení. Je však nutné respektovat konkrétní požadavky potenciální aplikace (systémy mají sníženou pevnost v tahu oproti neplněným reaktoplastům). Další možností využití těchto kompozitů lze hledat v oblastech, kde je vyžadována vysoká odolnost proti abrazivnímu opotřebení – povrchy šnekových dopravníků, skluzů, renovace prasádků, třílnů atd.

Výzkum probíhá za podpory projektu TAČR TA01010192 Výzkum a vývoj oteruvzdorných materiálů a technologií pro jejich využití v zemědělských strojích (2011–2014).

Inteligentní stroje

Nástup autonomních systémových struktur nám dává příležitost rozvinout zcela novou řadu zemědělských zařízení, založenou na malých inteligentních strojích, které umí dělat správné věci na správném místě ve správný čas a správným způsobem. Myšlenka nasazení robotů v zemědělství není zcela nová.

Mnoho pracovišť již v minulosti vyvinulo například traktory fungující bez řidiče, ale řešení nebylo zcela úspěšné, neboť nebylo schopné zahrnout rozmanitost skutečného prostředí. Řešením by bylo převést průmyslový způsob hospodaření, kde je všechno předem známé a stroje pracují výhradně podle předem definovaných postupů – stejně jako průmyslová výrobní linka. Současně pojetí si klade za cíl vyvinout chytrější stroje, které budou natolik inteligentní, aby byly schopny pracovat v polním prostředí a vykonávat různé druhy zemědělských činností. Z tohoto hlediska by měly mít dostatek vnitřně zabudované inteligence, aby byly schopny samostatného chování po delší časové období, bez dozoru, v provozním prostředí, při provádění potřebných úkolů. Prostorová orientace je pak dána systémem GPS. Vývoj v této oblasti probíhá sice pomalu, ale nadějně. Autonomní roboti pro zemědělskou práci se v budoucnu mohou stát realitou.

K autonomním systémům patří také bezpilotní prostředky, běžně označované zkratkou UAV z anglického unmanned aerial vehicle. Tyto letouny mají vysoký potenciál pro dálkový průzkum Země. Vývoj v této oblasti výrazně pokročil. Od modelů letadel, které vyžadovaly vysokou míru zkušeností a pozornosti pozemního pilota, se posouváme k systémům autonomním, které dokážou do jisté míry převzít kontrolu nad letem a řízením. K takovému prostředkům patří také osmivrtulový bezpilotní prostředek, který má k dispozici katedra zemědělských strojů na Technické fakultě ČZU v Praze. Jedná se o model AscTec Falcon 8 s vybavením pro uchycení a ovládní fotoaparátu.

Kromě využití bezpilotních prostředků se v katedře angažuje rovněž v robotických soutěžích. Zde je malé ohlednutí do roku 2010. Katedra byla tehdy oslovena týmem Eduro z Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze, katedry softwarového inženýrství ke spolupráci v oblasti robotiky. Vzájemná spolupráce týmu vyvrcholila umístěním na prvních příčkách v soutěži Field Robot Event 2010 v Braunschweigu a 2012 v nizozemském Venlo. Na soutěži v roce 2013, která se konala na půdě ČZU v Praze, se tým rovněž umístil ve dvou disciplínách na stupních vítězů. Tato každoročně pořádaná soutěž, určená pro konstruktéry robotů, je možná vďaka především rostoucím zájmům o automatizovanou zemědělskou techniku. Početná účast soutěžících týmů, převážně univerzitních, je jistě dostatečným důkazem zájmu o tento obor výzkumné činnosti.

Uvedené výsledky vznikly díky podpoře vnitrouniverzitních grantů ČZU Praha s názvem Bepilotní prostředky pro sledování stavu zemědělské krajiny

Expertní systémy, metodiky

Jako příklad expertních systémů a certifikovaných metodik pro zemědělskou praxi uvádíme jen některé namátkou vybrané. Jedním z významných a účinných způsobů transferu výsledků výzkumu do zemědělské praxe je tvorba expertních systémů. Pro oblast rostlinné výroby VUZT nabízí řadu expertních systémů na své webové stránce www.vuzt.cz. Expertní systémy jsou řešeny formou modelovacích databázových internetových programů, které jsou pro uživatele ze zemědělské praxe a poradenství volně přístupné. Všechny programy jsou interaktivní, nabízí uživateli normativní data z rozsáhlých databází, uživatel má však možnost úpravy těchto

dat podle svých lokálních podmínek. Většina expertních systémů je zaměřena na podporu rozhodovacích procesů v oblasti plánování a vyhodnocování technologických systémů a ekonomiky rostlinné výroby. Mezi nejvýznamnější patří expertní systém Technologie a ekonomika plodin.

Další významnou oblastí je zemědělská technika. Zde VUZT nabízí informační a expertní systémy, které slouží jak pro posouzení ekonomiky provozu techniky v zemědělském podniku, tak pro podporu rozhodování při obnově strojového parku.

Pomocí expertního systému VUZT je možné si podle množství dostupných surovin zhruba navrhnout i výkon bioplynové stanice.

Uvedené výsledky vznikly díky podpoře řešení výzkumného záměru MZe ČR MZE0002703102 „Výzkum efektivního využití technologických systémů pro setrvalé hospodaření a využití přírodních zdrojů ve specifických podmínkách českého zemědělství“ (2009–2013).

Jedním z příkladů certifikovaných metodik jsou Zásady pro zpracování technologických postupů údržby TTP v ÚSES (Územní systém ekologické stability). Tato metodika je vypracována po potreby subjektu zajišťujícího údržbu trvalých travních porostů v prvcích ÚSES. Zabývá se problematikou návrhu technologického postupu údržby při zohlednění územních zvláštností lokality. Rozlišuje hlediska maloparcelních a velkoparcelních podmínek, zohledňuje požadavky na odvoz získané travní biomasy a její možné využití. Důležitou částí metodiky jsou zásady pro výběr strojů pro zajištění jednotlivých pracovních operací v technologickém postupu. Metodika v jednotlivých krocích ukazuje postup při návrhu technologického postupu a při výběru strojů pro zajištění údržby TTP v ÚSES (Mendelova univerzita v Brně, Zahradnická fakulta v Lednici, 2012). Metodika vznikla za finanční podpory MZe ČR a je výstupem řešení výzkumného projektu NAZV č. 1G57 004 Komplexní metodické zabezpečení údržby trvalých travních porostů pro zlepšení ekologické stability v zemědělské krajině se zaměřením na oblasti se specifickými podmínkami.

Dalším příkladem je metodika Technologie a nákladovost při aplikaci vyšších dávek kompostů, která je určena všem subjektům, jež provádějí aplikace vyšších dávek kompostů na půdu i na trvalé travní porosty. Umožní uživateli optimální výběr a využití použité aplikační techniky i rychle a snadné stanovení provozních nákladů podle velikosti hnojeného pozemku, aplikované dávky v závislosti na nosnosti použitého rozmetadla. Je využitelná v zemědělském poradenství, v oblasti přípravy a realizace rekultivačních a revitalizačních zásahů, při přípravě pozemků pro zakládání trvalých porostů a při jiných opatřeních spojených s aplikací vyšších dávek kompostů.

Také tato metodika vznikla na Zahradnické fakultě Mendelovy univerzity v Brně (2012), a to za finanční podpory MZe ČR a je výstupem řešení výzkumného projektu NAZV č. QH81200 s názvem Optimalizace vodního režimu v krajině a zvýšení retenční schopnosti krajiny uplatněním kompostů z biologicky rozložitelných odpadů na orné půdě i trvalých travních porostech.

Ing. Jaroslav Kára, CSc.
předseda Odboru zemědělské techniky, energetiky a výstavby ČZV