

Mykotoxiny v obilovinách - legislativa a skutečnost

RNDr. Ivana Polišenská, Ph.D., Ing. Ondřej Jirsa, Ph.D., Ing. Irena Sedláčková; Agrotrest fyto, s.r.o. Kroměříž
foto: 1 - I. Polišenská, 2 - O. Jirsa

Sledování výskytu fuzáriových mykotoxinů v obilovinách sklizených v České republice ukazuje, že zejména deoxynivalenol (DON) je v našich podmínkách běžně se vyskytujícím kontaminantem obilnin. Mezi jednotlivými sklizňovými ročníky jsou v úrovni kontaminace velké rozdíly, a to zejména u kukuřice, u které jsou také nejčastěji zjišťovány vzorky překračující legislativní limity. U pšenice a ječmene jsou vysoké hodnoty obsahu mykotoxinů nacházeny spíše ojediněle.

Legislativa pro obsah mykotoxinů v obilovinách

Maximální limity kontaminujících látek v potravinách a v surovinách pro výrobu potravin jsou dány nařízením Evropské komise (ES) č. 1881/2006. Kromě mykotoxinů zahrnuje toto nařízení také řadu jiných kontaminujících látek, např. těžké kovy. Od roku 2006, kdy bylo toto nařízení vydáno, dochází průběžně a poměrně často k jeho změnám.

Limity pro fuzáriové mykotoxiny v nezpracovaných obilovinách se však zatím nezměnily a za dobu své více než patnáctileté platnosti již vešly do povědomí odborné veřejnosti: **deoxynivalenol**

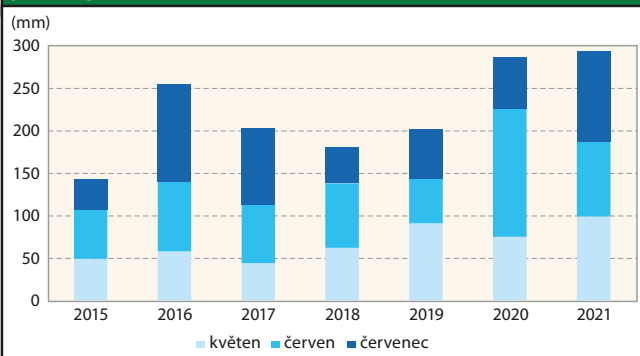
(DON), pšenice a ječmen - maximálně 1250 µg/kg, pšenice tvrdá, oves a kukuřice - 1750 µg/kg; zearalenon (ZEA), všechny obilniny s výjimkou kukuřice - 100 µg/kg, kukuřice - 350 µg/kg; **fumonisin**, pouze kukuřice - 4000 µg/kg.

Pro kukuřici potravinářskou pro mlýnské zpracování platí navíc přísnější požadavek na obsah DON, a to podle české normy z roku 2020 (ČSN 46 1100-8 Kukuřice potravinářská pro mlýnské zpracování). Tato norma kromě kvalitativních požadavků na zrnko kukuřice udává také limit pro maximální obsah DON ve výši 750 µg/kg, pro ostatní kontaminující látky platí limity uváděné v evropském nařízení č. 1881/2006.

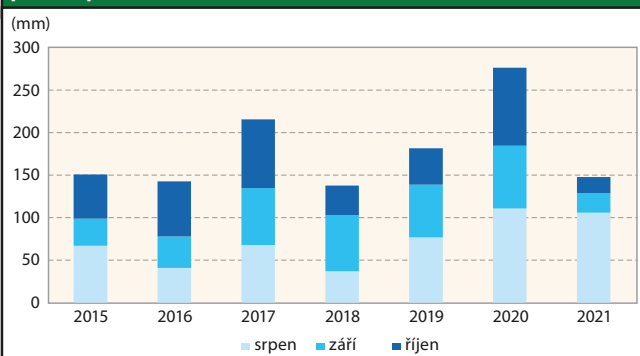


Obr. 1: Sklerocia námele (paličkovice nachová) nalezené ve vzorku žita ze sklizně 2021

Graf 1a: Úhrn srážek v měsících květen–červenec 2015–2021, průměr pro ČR (www.chmi.cz)



Graf 1b: Úhrn srážek v měsících srpen–říjen 2015–2021, průměr pro ČR (www.chmi.cz)



Kromě fuzáriových mykotoxinů jsou v nezpracovaných obilovinách limitovány také **aflatoxiny** (aflatoxin B1 - 2 µg/kg; suma aflatoxinů B1, B2, G1 a G2 - 4 µg/kg) a **ochratoxin A** (5 µg/kg). Tyto mykotoxiny nevznikají v zrně obilnin na poli, ale až po sklizni. Příčinou může být skladování za nevhodných podmínek - při vyšší teplotě a vlhkosti nebo v nedostatečně vyčištěných skladech, kde dojde ke kontaminaci naskladňovaných obilnin prachem a zbytky starého zrna. Výjimkou je kukuřice, ve které se mohou aflatoxiny tvořit již i za vegetace.

Mezi mykotoxiny patří také **námelové alkaloidy**. Jedná se o toxické látky, produkované houbou *Claviceps purpurea*, česky paličkova-

více nachová, původce námele na obilninách. Z kulturních obilnin je nejčastěji napadáno žito, příznaky a průběh onemocnění jsou však u všech rostlinných druhů stejné. Spory houby infikují kvetoucí obilniny a trávy, v infikovaných klasech se pak místo zrn vyvíjí sklerocia, což jsou purpurově-fialovo-černé tvrdé útvary, ve kterých je přítomná houba v dormantním (klidovém) stadiu (obr. 1).

Sklerocia námele obsahují velké množství toxických alkaloidů. Námelové alkaloidy jsou početnou skupinou látek, jejichž zastoupení a množství ve sklerociích se může lišit v závislosti na hostiteli a podmínkách pěstování. Je možno je rozdělit do dvou skupin, první tvoří kyselina lysergová a její deriváty,



druhou skupinou jsou tzv. klavinové alkaloidy. Nejznámějším derivátem kyseliny lysergové je silně halucinogenní droga zvaná LSD.

Dosud byl obsah námelových alkaloidů v mlýnských výrobcích regulován pouze prostřednictvím omezení obsahu sklerocií v nezpracovaných obilninách, který je hodnocen v rámci stanovení příměsí a nečistot. Česká norma ČSN 46 1100-1 uvádí pro obiloviny potravinářské maximální přípustný obsah sklerocií námele 0,05 %. Od 1. 1. 2022 však vstoupila v platnost **změna nařízení č. 1881/2006** (nařízení č. 2021/1399), která jednak zavádí **limity pro námelové alkaloidy** v mlýnských výrobcích a některých dalších kategoriích potravin (pšeničný lepek, dětská výživa, zrna obilnin určená pro přímou spotřebu), a jednak zpřísňuje **limit pro maximální obsah sklerocií námele** v nezpracovaných potravinářských obilninách, a to na 0,2 g/kg, tj. 0,02 %. Pro žito je zavedeno přechodné období, původní limit ve výši 0,5 g/kg (0,05 %) bude platit až do 30. 6. 2024, přísnější limit bude uplatněn až

od 1. 7. 2024. V nezpracovaných potravinářských obilninách určených pro další zpracování limity pro námelové alkaloidy stanoveny nejsou.

Vliv počasí na kontaminaci obilovin mykotoxiny je zásadní

Kontaminace obilovin mykotoxiny je silně závislá na průběhu počasí ve vegetačním období. Ovlivnění počasím může být různé pro různé obiloviny i mykotoxiny. Pro infekci a rozvoj klasových fuzárií u obilnin je příznivá vysoká vlhkost v porostech v období kvetení a vyšší teplota. Zároveň musí být dostatečně hojná přítomnost zralých zdrojů infekce, tj. konidií a askospor patogenů *Fusarium*. Ty se tvoří zejména na posklizňových zbytcích z minulých sklizně. Také k jejich vývoji a dozrávání je potřeba dostatečná vlhkost a přiměřená teplota.

V našich podmínkách připadá kvetení drobnozrnných obilnin obvykle na měsíc červen, s určitým odstupem mezi ozimy a jařinami a zároveň s rozestupy mezi konkrétními oblastmi pěstování

i rozptylem daným raností jednotlivých odrůd. Vliv na rozvoj klasových fuzarióz a následnou kontaminaci zrna mykotoxiny má také počasí v následném období plnění zrna i v průběhu dozrávání. Napadení je významně podporováno polehnutím porostu a např. zaplevelením, tj. faktory, které udržují v porostech vyšší vlhkost.

V roce 2021 měl měsíc červen ze sledovaných let 2015–2021 druhý nejvyšší úhrn srážek (88 mm), a to s velkým odstupem za červnem roku 2020 (151 mm) (graf 1a). Jedná se o průměrné hodnoty za celou ČR. Naopak nejnižší červnové srážkové úhrny byly zaznamenány v letech 2019 (53 mm) a 2015 (58 mm). U kukuřice je rozhodující období pro výslednou kontaminaci posunuto a zahrnuje zejména měsíce září a říjen, případně i srpen (graf 1b). V roce 2021 byl srážkový úhrn těchto tří měsíců druhý nejmenší za sledované období 2015 až 2021, a to zejména kvůli velmi suchému měsíci září a říjnu. V měsíci září činily v průměru celé ČR pouze 40 % a říjnu 44 % dlouhodobého (1981–2010) srážkového normálu.

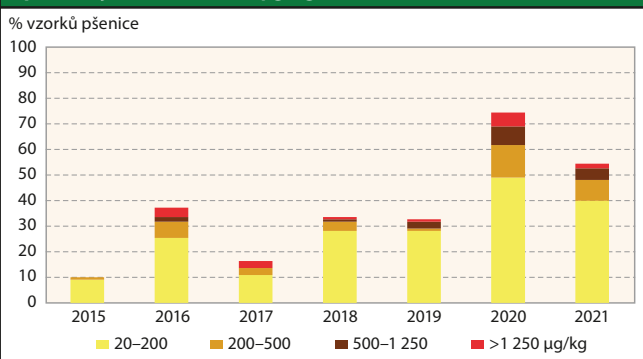
Výskyt fuzáriových mykotoxinů v roce 2021 ve srovnání s lety 2015–2020

Silnou závislost kontaminace obilnin mykotoxiny na počasí potvrzují i naše výsledky, získané v rámci monitoringu kvality potravinářských obilnin sklizených v České republice, který Agrotest fyto, s.r.o. v Kroměříži každoročně za podpory Ministerstva zemědělství provádí. Obsah fuzáriových mykotoxinů DON a ZEA je každoročně hodnocen u 110 vzorků pšenice, 60 vzorků ječmene a 20 vzorků kukuřice. U kukuřice je sledován také obsah fumonisinů (suma fumonisinů B1 a B2). Úroveň kontaminace je hodnocena podílem pozitivních vzorků, tj. vzorků, kde je DON vyšší než 20 µg/kg, ZEA vyšší než 2 µg/kg a suma fumonisinů vyšší než 50 µg/kg.

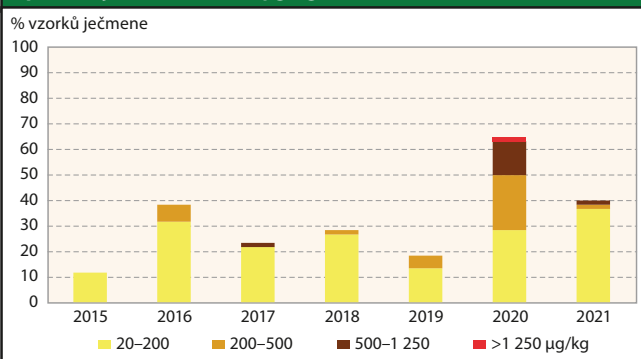
Pšenice

Podíl vzorků pšenice kontaminované mykotoxinem DON ze sklizně 2021 byl 55 %, což je méně než v roce 2020 (75 %), avšak více než v letech 2015–2019, kdy se tento podíl pohyboval mezi 10 % (2015) a 37 % (2016) (graf 2).

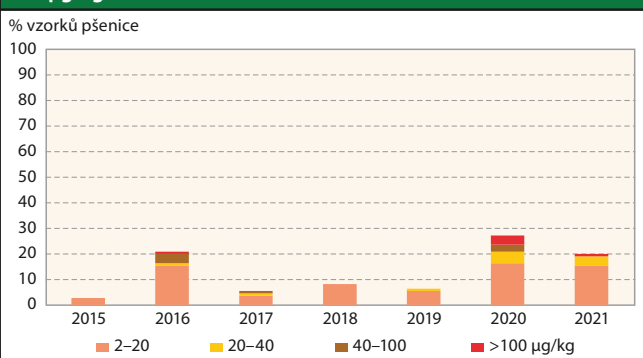
Graf 2: Podíl vzorků pšenice kontaminovaných deoxynivalenolem (DON) v letech 2015–2021 v ČR, s vyznačením podílů vzorků s obsahem 20–200 µg/kg, 200–500 µg/kg, 500–1 250 µg/kg a přesahujících limit 1 250 µg/kg



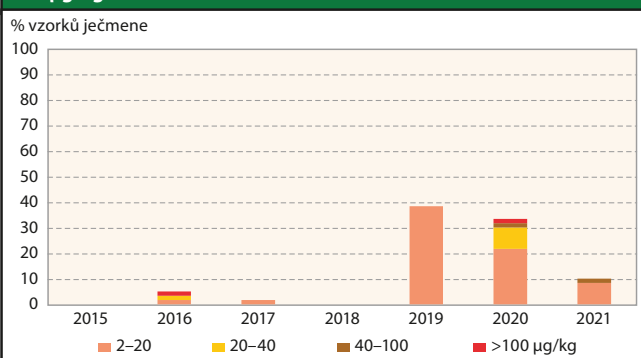
Graf 4: Podíl vzorků ječmene kontaminovaných deoxynivalenolem (DON) v letech 2015–2021 v ČR, s vyznačením podílů vzorků s obsahem 20–200 µg/kg, 200–500 µg/kg, 500–1 250 µg/kg a přesahujících limit 1 250 µg/kg



Graf 3: Podíl vzorků pšenice kontaminovaných zearalenonem (ZEA) v letech 2015–2021 v ČR, s vyznačením podílů vzorků s obsahem 2–20 µg/kg, 20–40 µg/kg, 40–100 µg/kg a přesahujících limit 100 µg/kg



Graf 5: Podíl vzorků ječmene kontaminovaných zearalenonem (ZEA) v letech 2015–2021 v ČR, s vyznačením podílů vzorků s obsahem 2–20 µg/kg, 20–40 µg/kg, 40–100 µg/kg a přesahujících limit 100 µg/kg



Obdobně to platí i pro ZEA; podíl kontaminovaných vzorků byl v roce 2021 nižší (20 %) než v roce 2020 (27 %), avšak vyšší než v letech 2015 (3 %) a 2017–2019 (5–8 %) (graf 3). V roce 2016 byl podíl vzorků pšenice kontaminovaných ZEA srovnatelný s rokem 2021.

Limitu pro potravinářské obiloviny nevyhověly ze sklizně 2021 s ohledem na obsah mykotoxinů 2 z analyzovaných 110 vzorků pšenice, tj. 2 %. Jeden vzorek měl nadlimitní obsah obou limitovaných mykotoxinů (DON 2 963 µg/kg, ZEA 282 µg/kg), druhý nevyhověl pouze v obsahu DON (1 425 µg/kg).

Ječmen

Podíl vzorků ječmene kontaminovaných mykotoxinem DON ze sklizně 2021 byl 40 %, což je méně než v roce 2020 (65 %), ale více než v letech 2015 (12 %) a 2017–2019, kdy

se podíl kontaminovaných vzorků pohyboval od 18 % (2019) po 28 % (2018) (graf 4). V roce 2016 byl podíl vzorků ječmene kontaminovaných DON srovnatelný s rokem 2021.

ZEA byl zjištěn u 10 % vzorků ječmene ze sklizně 2021, což je méně než v roce 2020 (33 %) i než v roce 2019 (38 %) (graf 5). V některých letech (2012, 2015) nebyl ZEA zjištěn u ječmene vůbec, v některých letech jen velmi sporadicky (2017: 2 %).

Limitu pro potravinářské obiloviny vyhověly všechny vzorky ječmene ze sklizně 2021, a to jak na obsah DON (maximální zjištěná hodnota byla 633 µg/kg), tak na ZEA (maximální zjištěná hodnota byla 82 µg/kg).

Kukuřice

Kukuřice je kontaminována mykotoxinem DON velmi často. V le-



Obr. 2: Zahnědlé špičky u pšenice

tech 2019–2021 byla určitá kontaminace zjištěna téměř u všech vzorků kukuřice (graf 6), mezi jednotlivými roky jsou však patrné rozdíly v její úrovni. Zrno sklizené v roce 2021 mělo výrazně nižší úroveň kontaminace ve srovnání s rokem 2020 i 2019; ve sklizni 2021 mělo 78 % vzorků obsah DON do 500 µg/kg a žádný vzorek nepřesáhl limit 1 750 µg/kg, zatímco ve sklizni 2020 mělo nadlimitní obsah více než čtvrtina vzorků kukuřice (28 %) a téměř u poloviny vzorků (44 %) se obsah pohyboval mezi 1 000 a 1 750 µg/kg.

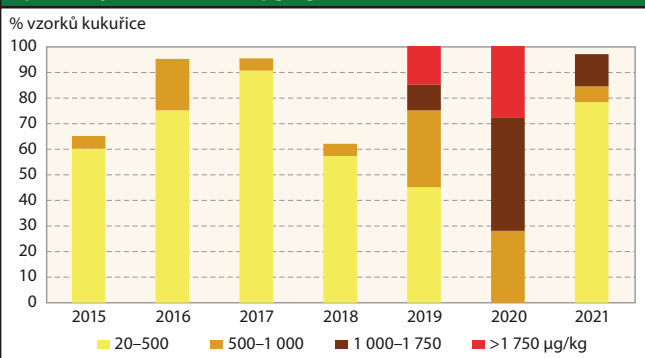
Ještě větší rozdíly mezi roky 2021 a 2020 jsou v obsahu ZEA (graf 7). Ve sklizni 2021 byl ZEA zjištěn u 53 % vzorků kukuřice a všechny vyhověly limitu pro obsah ZEA

(350 µg/kg), zatímco ve sklizni 2020 byl ZEA zjištěn u všech vzorků kukuřice a limitu nevyhověla více než polovina všech vzorků. Naopak podíl vzorků kontaminovaných fumonisiny (graf 8) byl ve sklizni 2021 ve srovnání s rokem 2020 nižší. Nejvíce byly fumonisiny nacházeny v roce 2015, kdy byly zjištěny u 85 % vzorků kukuřice a 10 % vzorků mělo obsah nadlimitní (více než 4 000 µg/kg).

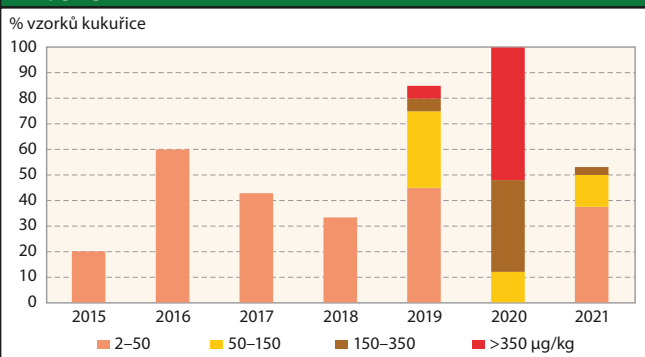
Souhrn

Úroveň kontaminace pšenice, ječmene i kukuřice ze sklizně 2021 mykotoxiny DON a ZEA byla ve srovnání se sklizní 2020 výrazně nižší. V roce 2020 byly podmínky pro výskyt druhů *Fusarium* produkujících DON a ZEA velmi příznivé a úroveň kontaminace byla v tom-

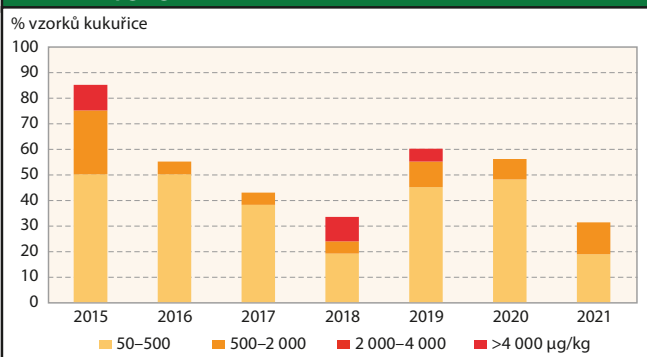
Graf 6: Podíl vzorků kukuřice kontaminovaných deoxynivalenolem (DON) v letech 2015–2021 v ČR, s vyznačením podílů vzorků s obsahem 20–500 µg/kg, 500–1 000 µg/kg, 1 000–1 750 µg/kg a přesahujících limit 1 750 µg/kg



Graf 7: Podíl vzorků kukuřice kontaminovaných zearalenonem (ZEA) v letech 2015–2021 v ČR, s vyznačením podílů vzorků s obsahem 2–50 µg/kg, 50–150 µg/kg, 150–350 µg/kg a přesahujících limit 350 µg/kg



Graf 8: Podíl vzorků kukuřice kontaminovaných fumonisiny v letech 2015–2021 v ČR, s vyznačením podílů vzorků s obsahem 50–500 µg/kg, 500–2 000 µg/kg, 2 000–4 000 µg/kg a přesahujících limit 4 000 µg/kg



Hledáte řešení problémů v ochraně rostlin?

Zkuste sekci řešení na www.agromanual.cz



Profesionální ochrana rostlin



to roce nejvyšší z celé řady let 2015–2021. Příčinou byly u pšenice a ječmene zejména hojně srážky v průběhu měsíce června, u kukuřice pak nadnormální srážky v celém období jejího dozrávání.

V roce 2021 přicházely srážky spíše v samotném konci vegetace pšenice a ječmene a v průběhu jejich sklizně. Vlhká sklizeň roku 2021 se často podepisovala na kvalitě pšenice, a to v podobě nízkých hodnot objemové hmotnosti a čísla poklesu.

Vlhké počasí v období sklizně může mít také za následek kontaminaci zrna jinými, dosud nesledovanými mykotoxiny. Jedná se zejména o produkty mikroskopických hub z rodu *Alternarium*, tvořících tzv. **alternariové mykotoxiny**. Nejznámější z nich jsou alternariol a kyselina tenuazová. Tyto mykotoxiny nejsou zatím limitované a informace o jejich výskytu i toxicitě jsou stále omezené. Vizually se napadení těmito houbami projevuje na zrnek pšenice barevnými změnami, a to zahnědnutím špiček (obr. 2). Tato vada kvality pšenice je nežádoucí i z hlediska mlýnské kvality, protože způsobuje v mouce výskyt černých oček. V potravinářské pšenici je podíl zrn se zahnědlými špičkami určitým způsobem omezený, a to podle ČSN 46 1100-2, kdy se tato zrna hodnotí v rámci příměsí a nečistot jako „zrna se změněnou barvou klíčku“.

Mikroskopické houby produkující mykotoxiny mají vynikající schopnost přizpůsobit se podmínkám prostředí. V případě, že teplota a vlhkost prostředí je pro ně nevyhovující, mohou zůstat po dlouhou dobu v dormantním stadiu a pokud se teplota a vlhkost vrátí na určitou úroveň, zase začínají růst. Pokud ne, jejich místo zaujmou okamžitě houby jiné. Dokladem jsou např. i výsledky výše uváděného víceletého sledování mykotoxinů v kukuřici, ze kterého je zřejmé, že tendence ve výskytu DON a fumonisinů jsou opačné. DON je totiž, stejně jako ZEA, tvořen druhem *Fusarium*, jejichž výskyt je podporován vlhkým počasím, naopak fumonisiny jsou tvořeny druhem *F. verticillioides* a *F. proliferatum*, které preferují spíše podmínky teplé a suché.

☞

Cerkosporióza cukrové řepy

Rozdílný dopad v ročníku 2020 a 2021

Ing. Jaromír Chochola, CSc.; Řepařský institut, spol. s r.o. Semčice

Houbové choroby listů cukrové řepy byly v posledních letech největším ohrožením výnosů a cukernatosti řepy. Těch chorob je více, ale cercosporióza je na prvním místě a s jejím zvládnutím si většinou poradíme i s těmi ostatními. V ročníku 2019 zdevastovala cercosporióza porosty řepy na Moravě, v ročníku 2020 pak v celém Česku i v okolních zemích. O nebezpečnosti choroby víme dávno, pěstitelé provádějí fungicidní ochranu, poradenské organizace signalizují infekční tlak. Přesto se situace v těchto dvou letech vymkla kontrole a došlo k ohromným hospodářským ztrátám. V loňském ročníku se ochrana naopak podařila a výnosy řepy a cukru se vrátili na velmi dobrou úroveň. Co stojí za těmito výkyvy, co dělat, aby se neopakovaly, aby se prostředky vkládané do fungicidní ochrany spolehlivěji vracely?

Co se tedy v těch minulých ročnících odehrálo, co bylo tak špatně v létě 2020 a proč se nám v létě 2021 podařilo cercosporiózu udržet na uzdě? Omlouvám se Moravě, pokusy a monitoring provádíme pouze v Čechách a nemůžu proto komentovat ročník 2019, to bylo v Čechách suché léto a choroba se rozšířila jen ve východních Čechách až koncem srpna a v září.

Průběh roku 2020

V létě 2020 infekce cercosporiózy nastoupila (v Čechách) velmi razantně v prvních dnech srpna a šířila se opravdu lavinovitě, většinou bez ohledu na fungicidní ochranu až do počátku října. Už kolem 15. července jsme avizovali potřebu fungicidních postřiků, ty byly kolem 20. července většinou aplikovány, ale další aplikace kolem 15. srpna, to byl v té situaci příliš dlouhý odstup a účinek na rozjetou chorobu už byl minimální. I další aplikace se pak míjely účinkem, řepa během podzimu prakticky nepřirůstala a cukernatost dokonce klesala.

Chyba se nestala jen u nás, podobné to bylo v Bavorsku, Rakousku, Sasku atd.

Průběh roku 2021

V létě 2021 to začínalo stejně: první příznaky kolem 15. července, do týdne většinou proběhly první aplikace, avšak tentokrát s dobrým účinkem, stejně jako aplikace další. Nárůst výnosu i cukernatosti byl nakonec v ročníku 2021 rekordní. Byla tedy houba *Cercospora beticola* v roce 2020 agresiv-

nější, byly pro ni lepší podmínky nebo bylo něco špatně ve fungicidní ochraně?

Srovnání roků 2020 a 2021

Agresivita patogena je lákavé vysvětlení, ale když se nad tím zamyslíme, tak neobstojí. Houba přežívá v půdě a primární infekce (spory) se na listy dostává převážně s odrazem drobných kapek vody od půdy. Je to tedy na stejném poli převážně pořád stejná forma, zanesení jiného kmenů větrem na větší vzdálenosti je málo pravděpodobné. A že by se v jediném ročníku agresivnější forma rozšířila v celé střední Evropě, to už vůbec neseď.

Tak tedy **podmínky - počasí** a možná i náchylnost rostlin (zase ovšem asi daná počasím). Mezi letními počasími 2020 a 2021 je jeden zásadní rozdíl - léto 2021 bylo v červenci i v srpnu ve srážkách nadprůměrné a vyrovnané, v obou měsících napršelo přibližně 140 % normálu. V roce 2020 to byly skoky: červenec velmi suchý (41 % normálu) a relativně chlad-

ný, srpen naopak srážkově bohatý (130 % normálu) a teplý - graf 1. Domnívám se, že tady by mohla být příčina. V suchém počasí vadnoucí a odumírající listy jsou méně odolné vůči infekci, porost nekryje povrch půdy a spory se na listy odrážejí v daleko větší míře, na vadnoucích listech málokdy primární infekci zaznamenal. Příchod srážek v srpnu a teplo infekci akcelerovalo a s tímhle prudkým zlomem nikdo moc nepočítal, druhé aplikace fungicidů přišly pozdě. V létě 2021 byly podmínky pro infekci cercosporiózou už od poloviny července (teplo, vlhko) také velmi příznivé, primární infekci jsme však zastavili a poučení, strach z opakování loňského průšvihů, vedlo ke zkrácení intervalů mezi aplikacemi a fungicidní ochrana byla obecně velmi úspěšná.

Tyhle spekulace o přemetech posledních dvou ročníků ukazují, jak důležité je, kromě účinných přípravků, správné načasování fungicidní ochrany, jak důležitá je signalizace průběhu infekce, jak

Graf 1: Rozdílný průběh červencových a srpnových srážek v letech 2020 a 2021 - průměr ze 6 řepařských lokalit v Čechách

