



Bakterie *Clavibacter nebraskensis* - riziko pro pěstování kukuřice

Dr. Ing. Zdeněk Chromý; Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
foto: www.eppo.org; www.wikipedia.org

Vadnutí a spála listů kukuřice působené bakterií *Clavibacter nebraskensis* je považováno za hospodářsky významnou chorobu této plodiny v Severní Americe. Poprvé byla zaznamenána v Nebrasce (USA) v roce 1969 a její výskyty byly poté v USA pozorovány až do poloviny 80. let. Až po dvou desetiletích (od roku 2004) se tato choroba znovu objevila a následně vážně ohrozila produkci kukuřice v USA a Kanadě. Nedávno byl výskyt patogenu poprvé zjištěn mimo Severní Ameriku, konkrétně v Jihoafrické republice.

Bakterie *Clavibacter nebraskensis* (syn. *Clavibacter michiganensis* subsp. *nebraskensis*, *Corynebacterium michiganense* pv. *nebraskense*, *Corynebacterium nebraskense*) taxonomicky náleží do třídy Actinobacteria, řádu Micrococcales a čeledi Microbacteriaceae.

Hostitelské rostliny

Kukuřice setá (*Zea mays*) je jediným ekonomicky významným hostitelem patogenu. Odborná literatura uvádí, že řada druhů z čeledi lipnicovité (Poaceae) působí jako sekundární hostitelé této bakterie, např. bér ohnutý (*Setaria faberi*), bér přeslenitý (*Setaria verticillata*), bér sivý (*Setaria pumila*), bér zelený (*Setaria viridis*), čirok dvoubarevný (*Sorghum bicolor*), čirok súdanský (*Sorghum × drummondii*), „divoký čirok“ (*Sorghum arundinaceum*), „gamagrass“ (*Tripsacum dactyloides*), chlupatka huňatá (*Eriochloa villosa*), ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*), třtinovec cukrový (*Saccharum officinarum*), vousatice metlatá (*Schizachyrium scoparium*), vousatka Gerardova (*Andropogon gerardii*) a teosinta mexická (*Zea mexicana*). Kromě toho čirok halabský (*Sorghum halepense*), jilek mnohokvětý (*Lolium multiflorum*) a rosička krvavá (*Digitaria sanguinalis*) vykazaly příznaky choroby u uměle infikovaných rostlin.

C. nebraskensis je grampozitivní, oranžově pigmentovaná, nesporotvorná, nepohyblivá (bez bičíků), tyčinkovitá bakterie, o rozměrech přibližně 0,5 × 1–2,0 μm. Bakterii lze identifikovat v laboratorních podmínkách pomocí PCR, což je meto-

da rychlého a snadného zmožení úseku DNA založená na principu replikace nukleových kyselin. Fylogeneticky je blíže příbuzná bakterií *Clavibacter insidiosus*, původci bakteriálního vadnutí vojtěšky.

Rozšíření

Nová bakteriální choroba kukuřice se stala závažnou a destruktivní v průběhu 70. let 20. století po prvním zjištění v roce 1969 v USA, v okrese Dawson ve státě Nebraska. Během následujícího desetiletí byl patogen potvrzen v okolních státech Colorado, Iowa, Jižní Dakota a Kansas. Nakonec se rozšířil do většiny federálních států pěstujících kukuřici, než v polovině 80. let téměř zmizel stejně ná-



Obr. 1: Spála listů kukuřice způsobená bakterií *Clavibacter nebraskensis*

hle, jako se poprvé objevil. Avšak v roce 2004 se choroba náhle znovu objevila v porostech kukuřice ve státech Colorado a Nebraska, a velmi závažnou se zde stala v letech 2005 a 2006. V letech 2009–11 byl pozorován prudký nárůst infikovaných porostů v Nebrasce a zároveň byly potvrzeny první výskyty ve státech Louisiana, Minnesota, Missouri, Severní Dakota, Texas a též v Kanadě (provincie Alberta). V roce 2021 byl výskyt patogenu detekován v porostech kukuřice v Mexiku (stát Tlaxcala) a v loňském roce ve čtyřech provinciích Jihoafrické republiky, čímž se jedná o první potvrzený výskyt bakterie *Clavibacter nebraskensis* mimo severoamerický kontinent.

Symptomy

S infekcí *C. nebraskensis* jsou spojeny 2 různé symptomy choroby: spály listů a systémového vadnutí rostlin. Nekrotické léze na listech snižují fotosyntézu rostlin, zatímco vadnutí působené systémovým pohybem patogenu v pletivech je často příčinou odumírání rost-

lin. Rostliny kukuřice mohou být infikovány bakterií v kterékoli fázi růstu. Mladší rostliny jsou náchylnější k infekci než rostliny starší. Časná infekce vnímavých genotypů může vést k vadnutí a odumírání rostlin, jejichž zbytky pak slouží jako zdroj pro další šíření infekce. Napadení starších rostlin obvykle vede ke spále listů, která se projevuje velkými hnědými–šedými podlouhlými, oválnými listovými lézemi, které probíhají rovnoběžně s listovými žilkami. Léze na listech náchylných hybridů bývají 6–15 cm dlouhé, zpočátku jsou světle zelené–žluté a rychle nekrotizují. Posléze tmavě zelené–černé skvrny připomínají pihy. Okraje lézí bývají zvlněné nebo nepravidelné, nasáklé vodou a mohou pokrývat až 50 % povrchu listů. Nakonec má splynutí lézí za následek spálu listů, která se podobá stresu rostlin ze sucha. U rezistentních hybridů jsou léze menší (2–6 cm) a načervenalé.

Bakterie produkuje polysacharidový exsudát, který může vytékat z infikovaných listových pletiv



Obr. 2: Splývající léze na listech kukuřice



Obr. 3: Na infikovaném listu kukuřice jsou patrné vodnaté léze a černé skvrny

a který se často vyskytuje na povrchu infikovaných listů. Exsudát je obvykle bezbarvý a lze jej rozpoznat jako lesk na povrchu listu. Bakteriální kolonizace stonků během systémové infekce ucpává xylemovou tkáň a lze ji identifikovat jako oranžové zabarvení, které postupně může ztmavnout do hněda nebo do černa. Může též dojít k suché nebo vodou nasáklé až slizovité, hnědé hnilobě kořenů a báze stonku.

Škodlivost

Odhadovaná celková ztráta výnosů v důsledku choroby v letech 2012–15 činila více než 1 270 tis. t ve Spojených státech a Kanadě. Individuální ztráty způsobené patogenem mohou být až 60 % v závislosti na závažnosti choroby, náchylnosti hybridů, růstové fázi, ve které se onemocnění vyvíjí, a převládajících povětrnostních podmínkách. Pokud jde o kvalitu zrna, nebyly zjištěny žádné rozdíly v obsahu bílkovin ve vzorcích zrna z pozemků s nízkou intenzitou choroby ve srovnání s pozemky s vysokou intenzitou choroby, na kterých ale došlo k významnému snížení hmotnosti tisíce zrn.

Způsoby šíření patogenu

Primárním zdrojem šíření bakterie jsou **infikované zbytky rostlin na povrchu půdy**. Populace patogenu v reziduiích je nejvyšší těsně po sklizni, přičemž infekci napomáhá teplé počasí (26–32 °C) a vysoká relativní vlhkost. Infekce vstupuje do rostlin ranami způsobenými silným deštěm, krupobitím nebo též pískem během bouří. Bakterie se však může množit i na nepoškozených kukuřičných

listech a vstupovat do rostlin průduchy. Čím dříve dojde k infekci rostlin, tím vyšší je závažnost choroby. Nástup infekce je právě často pozorován po silných letních bouřích, během nichž se bakterie může rychleji šířit v porostu kukuřice nebo mezi porosty. Bakteriální **exsudát z poraněných infikovaných listů** slouží jako sekundární zdroj pro další šíření bakterie. Patogen přezimuje ve všech částech rostlin kukuřice a rovněž byl izolován ze všech jejích částí, včetně kořenů, stonků, listů, klasů a zrn.

Předpokládá se, že **opětovnému výskytu patogenu v USA** nahrála řada faktorů, včetně používání nových pěstebních postupů za posledních 30 let, jako je monokulturní pěstování, minimalizační zpracování půdy a razantní navýšení výměry kukuřice díky využívání zavlažovacích systémů. Tyto postupy byly široce přijaty v Nebrasce přibližně 10 let před náhlým, opětovným rozšířením výskytu patogenu. Návrat choroby lze také vysvětlit ukončením pěstování kultivarů odolných vůči chorobám. Poté, co choroba před 30 lety zdánlivě vymizela, poptávka pěstitelů po hybridech odolných vůči bakterií *C. nebraskensis* rapidně klesla. Pěstitelé po opětovném výskytu choroby znovu požadovali hybridy s vysokou úrovní odolnosti vůči patogenu, a tak se semenářské společnosti vrátily k rutinnímu testování a šlechtění nových rezistentních hybridů.

Bakterie *C. nebraskensis* byla detekována v kukuřičných zrnech, a to jak na jejich povrchu, tak



Obr. 4: Jedním z hostitelů bakterie *Clavibacter nebraskensis* je i ježatka kuří noha

i uvnitř. Bylo zjištěno, že povrchová kontaminace obalu kukuřičných zrn se běžně vyskytuje v přirozených podmínkách v rozmezí 20,8–32,0 %. Patogen byl zjištěn v zrně, v klasu a stoncích náchylného kultivaru kukuřice poté, co byly listy kukuřice uměle infikovány na poli, přičemž procento infikovaných semen se pohybovalo v rozmezí od 17,1 % do 30,7 %. Přenos osivem ale nebyl pozorován v případě přirozeně infikovaných semen při pěstování ve sklenicích a na poli, avšak v případě semen uměle infikovaných byl přenos osivem při pěstování ve sklenicích pozorován v rozsahu 0,1–0,4 %. Proto se zdá nepravděpodobné, že by přenos patogenu osivem mohl zajistit dostatečné množství inokula k vytvoření vážného propuknutí choroby v jediném vegetačním období.

Možnosti ochrany

I uvedené stopové procento přenosu patogenu osivem je však relevantní z hlediska zavedení fytoosanitárních opatření vedoucích k zabránění zavlečení patogenu do nových oblastí. V řadě zemí, včetně Brazílie, Číny, Egypta, Izraele, Japonska a Mexika, jsou zavedeny karanténní předpisy, které mají zabránit zavlečení bakterie *C. nebraskensis* prostřednictvím komerčního osiva kukuřice. V únoru 2025 byl patogen rovněž zařazen na Výstražný seznam (Alert List) organizace EPPO (Evropská a Středozemní organizace ochrany rostlin).

Monitoring choroby a následná opatření by měly být prioritou v oblastech, kde choroba již byla hlášena. **Výsev zdravého osiva**

v oblastech bez výskytu onemocnění může zabránit zavlečení patogenu. Vzhledem k významu reziduí kukuřice jako zdroje inokula pro šíření patogenu, je pro úspěšné zvládnutí choroby doporučeno **střídání plodin, dodržování hygienických postupů na polích**, např. likvidace rostlinných zbytků. **Ochrana proti plevelům** může též snížit riziko výskytu choroby, protože řada z nich je sekundárními hostiteli bakterie.

V současné době **neexistuje žádná specifická metoda chemické kontroly** choroby v terénu. Pěstitelé mají k dispozici jen velmi málo možností, jak se vypořádat s touto chorobou, kromě genetické rezistence kultivarů kukuřice. Pěstování odolných hybridů kukuřice se ostatně doporučuje jako nejlepší prostředek pro zvládnutí choroby. Snížení výskytu choroby v USA po roce 2016 je zejména důsledkem pěstování hybridů rezistentních vůči *C. nebraskensis*.

Ačkoli je výskyt patogenu dosud omezen jen na území několika států, zůstává potenciální hrozbou pro všechny oblasti pěstování kukuřice na světě. Proto je nezbytné, aby národní organizace ochrany rostlin věnovaly zvýšenou pozornost zejména novým ohniskům výskytu patogenu a semenářské firmy se nadále zabývaly šlechtěním nových kultivarů kukuřice s lepší odolností vůči patogenům, včetně bakterie *Clavibacter nebraskensis*.

28

