

**Milorad ŠUBIĆ**

Poljoprivredna savjetodavna služba (PSS), Podružnica Međimurske županije,  
Čakovec

milorad.subic@savjetodavna.hr

## **PROGNOZA POJAVE KRUMPIROVE PLIJESNI [*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary]**

### **SAŽETAK**

U Međimurju se izmjenjuju više i manje povoljni meteorološki uvjeti za razvoj krumpirove plijesni (*Phytophthora infestans*). U posljednjih se 16 godina ta bolest u jačoj mjeri pojavila samo tijekom 6 sezona. Prognoza prve pojave i naknadnog razvoja bolesti u toj županiji od iznimnog značaja za uspješan programa zaštite, jer se krumpir uzgaja na velikim površinama. U krumpirištima mjernim instrumentima praćene su oborine, apsolutne temperature, relativna vlažnost zraka i zadržavanje vlage u cimi krumpira. Na osnovi tih parametara a prema prognoznim modelima "BliteCast" i (zadnjih sezona) "Negfry" određivani su optimalni rokovi za suzbijanje krumpirove plijesni. Prognozni model "BliteCast" pokazao se pouzdan za prognozu ukoliko zaraze nastaju iz gomolja, a temelji se na dnevnim oborinama, apsolutnim vrijednostima temperature zraka, trajanju visoke vlažnosti zraka >90 % i/ili vlaženju lišća. Negativna prognoza ("PhytProg") pokazala se nepouzdana u području intenzivnog uzgoja krumpira (Belica) jer se u istraživanim godinama bolest javljala 15 do 20 dana ranije od očekivanih datuma.

**Ključne riječi:** krumpirova plijesan, *Phytophthora infestans*, prognoza.

### **UVOD**

Krumpirova plijesan (*Phytophthora infestans*) najopasnije je pseudogljivično oboljenje krumpira u svim svjetskim proizvodnim područjima te kulture. Zaraženi gomolji predstavljaju osnovni prezimljujući infektivni potencijal u tlu, te su vrlo važni u epidemiologiji bolesti. Stoga je pravovremeno suzbijanje plamenjače u područjima s čestim uzgojem krumpira imperativ za uspjeh cjelokupnoga programa zaštite. U svijetu je razvijeno više metoda prognoze prve pojave i potrebe naknadnoga suzbijanja krumpirove plijesni, a njihova uspješnost naročito izražena u područjima gdje se izmjenjuju meteorološki povoljni uvjeti s manje pogodnim uvjetima za razvoj bolesti. Od 1997. do 2000. godine u Međimurju su na dva lokaliteta (Belica i Prelog) provjeravane tri mogućnosti prognoze plamenjače krumpira ("PhytProg" ili "negativna prognoza", "BliteCast" i prognoza po Winstelu za rani uzgoj krumpira pokrivenog folijama pri uskom plodoredu). Najprikladnija se pokazala metoda prognoze "BliteCast", koja se naknadno koristila tijekom razdoblja 2001.-2010. godine. Time se utrošilo 30-80 % manje fungicida u odnosu na kalendarski ili

fenološki program prema dotadašnjem iskustvu pojedinaca. U razvijenim se zemljama pored meteoroloških uvjeta za prognoziranje prve pojave i naknadnog razvoja plamenjače krumpira koriste i druge informacije koje stručne službe prikupljaju s terena (npr. "PhytoPre", "Simphyt", "ProPhy", "Negfry", "Milsol"). Posljednjih smo godina u Međimurju provjeravali prognozni model "Negfry".

## ISKUSTVA U PROGNOZI KRUMPIROVE PLIJESNI U MEĐIMURJU

Tijekom rada Fitosanitetskih stanica na području Hrvatske istraživana je pouzdanost određenih metoda prognoze krumpirove plijesni, a "nizozemska pravila" bila su pouzdana u području SZ Hrvatske (Varaždin). Na lokalitetima gdje je prskanje bilo provedeno pravodobno ostvaren je povećani urod gomolja 25-50 % u odnosu na netretirane parcele (Prpić & Butorac, 1960).

**Tablica 2.** Obilježja prognoznih modela za krumpirovu plijesan korištenih u sjeverozapadnom i središnjem dijelu Hrvatske:

<b>Vrsta i obilježja prognoznog modela</b>	<b>Prednosti i nedostaci</b>
"Nizozemska pravila" 1926. objavio je Van Everdingen, a određuju početak razvoja krumpirove plijesni kada su ispunjena četiri uvjeta: rosa tijekom noći $\geq 4$ h; minimalna temperatura $\geq 10^{\circ}\text{C}$ ; naoblaka idućega dana i mjerljive oborine u iduća 24 h (Johnson et al., 1996).	Na području Varaždina dobiveni dobri rezultati tijekom epidemijske 1959. godine (Prpić & Butorac, 1960). Nema preciznije definirane smjernice za naoblaku i količinu oborina. Treba je nadopuniti kriterijima za naknadna tretiranja.
Post & Richel godine 1951. u Nizozemskoj određuju kritično razdoblje temeljem relativne vlažnosti zraka $> 82$ % tijekom dva uzastopna dana, uz temperature $\geq 10^{\circ}\text{C}$ (Cavanni et al., 1990).	Česta metoda prognoze krumpirove plijesni nakon Drugoga svjetskog rata (popularna još Beaumontovo razdoblje i Smithova pravila). Dopuniti pravilima za naknadne aplikacije.
"PhytProg" ili negativna prognoza (Schrödter & Ullrich, 1965) temeljem trajanja vlaženja lišća $\geq 4$ h, uz zračnu vlažnost $\geq 90$ % i/ili količinu oborina $\geq 0,1$ mm/h i biološkim čimbenicima određuje prvu pojavu krumpirove plijesni u usjevu.	Koristila se u Njemačkoj i drugim državama (npr. Sloveniji), a danas je dopunjena kriterijima za naknadna tretiranja. Nepouzdana u područjima čestog uzgoja krumpira na istim površinama.
Prognoza prve pojave krumpirove plijesni na ranim sortama krumpira pokrivenih folijom u uvjetima čestog uzgoja na istoj površini (Winstel, 1992): zaraza moguća uz vlažnost zraka $\geq 90$ % tijekom $\geq 10$ h uz temperature $\geq 10^{\circ}\text{C}$ , uz dva uzastopna topla dana $23^{\circ}\text{C} > t < 30^{\circ}\text{C}$ .	Djelotvorna u području čestog uzgoja krumpira (npr. Belica u Međimurju). Mjerenja započeti početkom "zatvaranja" redova. U prvih mjesec dana nakon nicanja za ranu pojavu krumpirove plijesni mora pasti $\geq 100$ mm oborina (Šubić, 2002).

Svi opisani modeli prognoze u tablici 2. kao minimalnu temperaturu razvoja uzimaju vrijednost 10 °C, a pojedinih se godina (npr. 1999.) krumpirova plijesan vrlo rano se pojavila već početkom treće dekade mjeseca svibnja, odnosno uz puno oborina i vlage primarne su zaraze bile ostvarene pri niskim temperaturama između 4 °C > t < 8 °C (Šubić, 2002). Ubrzo nakon osamostaljenja Republike Hrvatske, početkom 1990-ih godina, proizvođači krumpira iz Međimurja počeli su kupovati sjemenski krumpir iz zapadnoeuropskih zemalja, najviše iz Nizozemske, a prije su ga većinom dobavljali s područja Kranja i Krbavskoga polja. Prema "Mjerilima za utvrđivanje zdravstvenog stanja usjeva i objekata, sjemena i sadnog materijala" (NN, 53/91) tada je dopuštena zaraza sjemenskog krumpira plamenjačom na našem tržištu iznosila 2 %. Poznato je da samo jedan zaraženi gomolj na jednom km<sup>2</sup> može uzrokovati snažnu epifitociju krumpirove plijesni (Boyd, 1980) pa su u međimurskoj proizvodnji već sredinom 1990-ih godina zabilježeni znatni gubitci uroda gomolja krumpira zbog jače pojave ove bolesti (Šubić 2002).

Pravovremeno i učinkovito suzbijanje krumpirove plijesni je od presudne važnosti u Međimurju jer se svake godine krumpir uzgaja u toj županiji na približno 15 % oraničnih površina. Pored učestalog uzgoja krumpira na istim površinama, mogućem razvoju krumpirove plijesni pogoduju blizina rijeke Mure i Drave zbog učestalih rosa i magle tijekom ljetnih mjeseci. Također, zadržavanje vode u poljskim depresijama i oštećivanje cime krumpira nakon tuče znatno pospješuju naknadno propadanje takvih usjeva ako se ne provode učinkovite mjere zaštite.

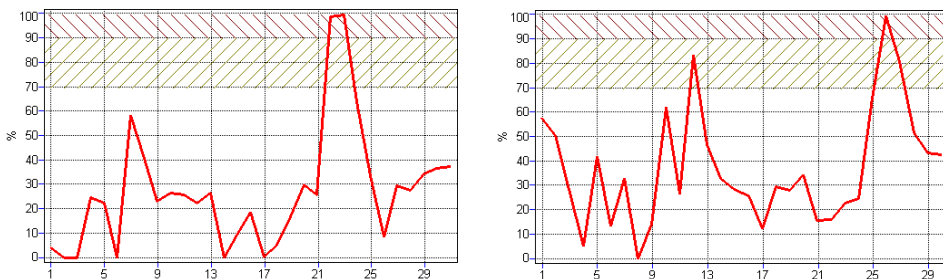


**Slike 1. i 2.** Vlažne i grmljavinske ljetne ciklone često zadnjih godina u nekoliko sati "napune" depresije u krumpirištima stajaćom vodom (lijevo) i/ili oštete cimu tučom (desno). Opasnost od naknadnog razvoja krumpirove plijesni u takvim je "žarištima" izražena, pa je osim praćenja meteoroloških uvjeta mjernim agro-klimatskim stanicama potrebno redovito tjedno praćenje zdravstvenog stanja usjeva. (snimio M. Šubić).

Zbog važnosti oborina, rose, magle (vlaženja cime) i temperatura za patogenezu krumpirove plijesni, mjernim su uređajima "CDA Agra" od 1997. do 2000. godine na dva lokaliteta u Međimurju praćeni su svi potrebni podaci. Prikupljeni podatci i njihovom korelacijom s prvom pojavom i naknadnim



U naknadnim epidemijskim godinama pojave krumpirove plijesni (2004., 2005. i 2009.) obavljeno je u Međimurju 4-5 usmjerenih tretiranja protiv krumpirove plijesni na srednje kasnim sortama (Tablicu 3.) Ovisno o meteorološkim uvjetima prema "BliteCast" modelu za područje središnje Europe (npr. Austrija, sjeverna Italija, Švicarska) predviđa se provođenje od jednog do 9 usmjerenih zaštita krumpira protiv krumpirove plijesni (Hijmans et al., 2000). U prvom desetljeću novog stoljeća najkritičnije razdoblje u Međimurju za razvoj krumpirove plijesni su bili su dani od 20. 06. do 04. 07. 2009. kada je suma dnevnih vrijednosti za ocjenu zaraze iznosila čak 67, pa je u tom razdoblju trebalo provoditi dvije usmjerene zaštite, što su onemogućavale česte i obilne oborine. Negativna prognoza ("PhytProg") pokazala se nepouzdana u području intenzivnog uzgoja krumpira (Belica) jer se u istraživanim godinama bolest javljala 15 do 20 dana ranije od očekivanih datuma. Metoda prognoze krumpirove plijesni, u uzgoju ranoga krumpira pokrivenog folijom u uskom plodoredu (Winstel 1992) pokazala se pouzdanom, ali te površine u Međimurju su gotovo zanemarive. Važno je da se bez obzira na korištenje modela temeljem obrade registriranih meteoroloških podataka, u prognozu krumpirove plijesni treba uključiti informacije o osjetljivosti sorata, o tjednim porastima cime, o pojavi prvih simptoma bolesti u regiji i o procjeni idućih oborina. Takvim se informacijama u razvijenim zemljama koriste stručne službe za prognoziranje prve pojave i naknadnog razvoja plamenjače krumpira (npr. "PhytoPre", "Simphyt", "ProPhy", "Negfry", "Milsol") (Šubić, 2002). Posljednjih smo godina u Međimurju provjeravali i prognozni model "Negfry", razvijen u Danskoj, a također je testiran u drugim skandinavskim zemljama (Švedska, Norveška) uz uštede potrošnje fungicida 50 % (Olofsson, 1991).



**Histogram 1. i 2.** Vrijednosti za zarazu cime krumpira uzročnikom krumpirove plijesni prema modelu prognoze "Negfry" za mjesec svibanj (lijevo) i lipanj (desno) 2012. godine na lokalitetu Belica ("iMetos") (prva pojava simptoma na ranoj sorti *riviera* 05.06. 2012.).

Model prognoze "Negfry" dobiven je kombiniranjem vrijednosti iz "PhytProg" i "BliteCast", a predviđa prvu pojavu i određuje naknadne rokove suzbijanja krumpirove plijesni. Već desetak dana nakon zabilježenih uvjeta za vrlo jaku primarnu zarazu u svibnju 2012. na lokalitetu Belica pronađena je pojava bolesti na vrlo ranoj i osjetljivoj sorti *riviera*. Mjere zaštite i nepovoljni uvjeti u srpnju i

kolovozu 2012. nisu pogodovali naknadnom širenju te bolesti. Najveće uštede kemijskog tretiranja primjenom modela za predviđanje krumpirove plijesni ostvarili smo tijekom sušnih godina (2000., 2003.), kada se utrošilo 80 % manje fungicida nego epidemijskih godina. Uz nemjerljivu ekološku korist, to je samo u Međimurju ušteda 500.000 EUR. Još je veća korist u epidemijskim sezonama jer se pravovremenom primjenom učinkovitoga programa suzbijanja krumpirove plijesni mogu spriječiti gubitci uroda krumpira kakovi su zabilježeni početkom 1990-ih godina, a njihovje godišnji novčani iznos tada u Međimurju procijenjen na 2,5 milijuna EUR (Šubić, 2002).

## ZAKLJUČAK

Krumpirova plijesan (*Phytophthora infestans*) u epidemijskim sezonama može potpuno uništiti usjeve krumpira u polju i/ili urode gomolja u skladištima. Stoga je prognoza prve pojave i naknadnog razvoja bolesti u regijama intenzivne i tržne proizvodnje krumpira imperativ za uspjeh programa zaštite. U Međimurju se stalno izmjenjuju više i manje povoljni meteorološki uvjeti za razvoj krumpirove plijesni pa se posljednjih 16 godina ta bolest u jačoj mjeri pojavila samo tijekom 6 sezona. Mjernim se uređajima "CDA Agra", "iMetos" i "Pinova Meteo" u krumpirištima prate oborine, apsolutne temperature, relativna vlažnost zraka i zadržavanje vlage u cimi krumpira te se prema prognoznim modelima "BliteCast" i (zadnjih sezona) "Negfry" određuje stvarna potreba i optimalni rokovi suzbijanja krumpirove plijesni.

## FORECASTING AND CONTROL POTATO LATE BLIGHT (*Phytophthora infestans*)

### SUMMARY

Late blight of potato, caused by *Phytophthora infestans*, is one of the most devastating diseases of potato worldwide. Late blight epidemics are associated with wet conditions and moderate temperatures. The average annual rainfall in Međimurje potato production region of 837 mm and average annual temperature 10,62°C are a guarantee that potato late blight will appear on potato crops of varying intensity and damage it causes. In the area of intensive potato production (Belica) successful chemical control of *Phytophthora infestans* during the epidemics is possible only when three to five treatments using combined fungicides are applied. The possibility of reducing the usage of fungicides 30-80 % is possible if the "BliteCast" forecasting model are used instead of the standard programmes or if we only rely on the producer's experience.

**Key words:** potato late blight, *Phytophthora infestans*, forecasting, chemical control.

## LITERATURA

**Boyd, A.E.W.** (1980): Development of potato blight (*Phytophthora infestans*) after planting infected seed tubers. *Annals of Applied Biology* 95: 301-309.

**Fry, W.E., Apple, A.E., Bruhn, J.A.** (1983): Evaluation of potato late blight forecasts modified to incorporate host resistance and fungicide weathering. *Phytopathology* 73: 1054-1059.

**Hijmans, R.J., Forbes, G.A., Walker, T.S.** (2000): Estimating the global severity of potato late blight with GIS-linked disease forecast models. *Plant Pathology* 6:697-705.

**Krause, R.A., Massie, L.B., Hyre, R.A.** (1975): BliteCast: a computerized forecast of potato late blight. *Plant Disease Reporter* 59: 95-98.

**Olofsson, B.** (1991): Chemical late blight control in Sweden. *EPPO Bulletin* 21:57-60.

**Prpić, Z., Butorac, A.** (1960): Utvrđivanje elemenata potrebnih za organizaciju antifitoforne službe. *Savremena poljoprivreda* 12: 993-1005.

**Schrödter, H., Ullrich, J.** (1965): Untersuchungen zur Biometeorologie und Epidemiologie von *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary auf mathematisch-statistischer Grundlage. *Phytopatologische Zeitschrift* 54: 87-103.

**Šubić, M.** (2002): Mogućnosti prognoze plamenjače krumpira (*Phytophthora infestans* [Mont.] De Bary) u Medimurju. *Agronomski fakultet Zagreb*, Magistarski rad, 137 str.

**Winstel, K.** (1992): Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel – eine neue Prognosemöglichkeit. *Gesunde Pflanzen* 12: 411-415.