SOJEVI VIRUSA NEKROTIČNOG ŽUTILA NERAVA ŠEĆERNE REPE, PROUZROKOVAČA RIZOMANIJE

Milica Meseldžija

Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

E-mail: milica.96.meseldzija@gmail.com

Izvod

Rizomanija je jedna od najznačajnijih bolesti šećerne repe u svetu, a prouzrokuje je virus nekrotičnog žutila nerava šećerne repe (BNYVV). Ovaj virus se održava u trajnim sporama i prenosi zoosporama patogena *Polymyxa betae*, koje se nalaze u zemljištu. Jake infekcije šećerne repe, ovim virusom, dovode do smanjenja prinosa korena za 50% ili više, i negativno utiču na sadržaj šećera i kvalitet proizvoda. Istraživanja o genetičkoj varijabilnosti BNYVV pružaju informacije koje mogu da razjasne njegovo evoluciono i geografsko poreklo, promene virulencije (RB-resistance breaking) i razvoj novih epidemija. Kod biljnih virusa genomska varijacija je prouzrokovana mutacijama, kao i rekombinacijom, ponovnim sortiranjem i sticanjem dodatnih genskih komponenti. Virus nekrotičnog žutila nerava šećerne repe (BNYVV) se rasprostire širom sveta, što je rezultat uspešnog širenja i prilagođavanja. Do sada je otkriveno prisustvo 4 glavna tipa ovog virusa: tip A, tip B, tip P i tip J.

Ključne reči: BNYVV, rizomanija, genetička varijabilnost

UVOD

Prva otkrivena pojava rizomanije, kao i virusa koji je prouzrokuje, desila se u Italiji početkom pedesetih godina prošlog veka. BNYVV se u nekoliko decenija proširio iz centralne i južne Evrope u istočnu i severnu Evropu i Srednji Istok. Pronađen je u Ujedinjenom Kraljevstvu i Španiji krajem 1980-ih, a u Skandinavskim zemljama krajem 1990-ih. U Japanu je pronadjen 1965., u Kini 1978., a u Sjedinjenim Državama 1983. godine. Prisutan je i u našoj zemlji. Kao posledica pojave virusa, na biljci dolazi do abnormalnih pojava prvenstveno na korenu biljke. Koren zaostaje u porastu, izdužuje se i formira veliki broj bočnih korenova, po kojima je ovaj simptom nazvan i „bradatost“. Pri osnovi bočnih korenova se stvaraju sitni tumori. Usled smanjene aktivnosti korena i onemogućavanja prenosa hranljivih materija do nadzemnog dela biljke, simptomi se pojavljuju i na listovima. Listovi su svetlije boje, sa izduženom lisnom drškom, suženi i uspravnog položaja. Pored hloroze, može da dođe i do pojave nekroze listova duž lisnih nerava, po čemu je ovaj virus dobio naziv. Oboljenje se na polju često javlja u oazama (Bagi i sar., 2016).

Opšte karakteristike virusa nekrotičnog žutila nerava šećerne repe, BNYVV. Virus nekrotičnog žutila nerava šećerne repe (Beet necrotic yellow vein virus, BNYVV) je svrstan u familiju *Benyviridae*, rod *Benyvirus*. Ima štapičaste čestice sa podeljenim genomom. U zavisnosti od soja virusa, broj čestica varira od četiri ili pet. Izolati koji poseduju i petu nukleinsku kiselinu su patogeniji od izolata sa četiri RNK. Svaka čestica sadrži po jednu ss (+) RNK, koji su označeni kao RNK 1–5. RNK 1 i 2 poseduju gene za replikaciju, proteinski omotač i kretanje virusa iz ćelije u ćeliju, dok su RNK 3, 4 i 5 odgovorne za prenošenje virusa vektorom i prouzrokovanje oboljenja. Proteinski omotač je sačinjen od jednog polipeptida. (Bagi i sar, 2016) Glavni domaćin virusa je *Beta vulgaris*. Pored ove vrste javlja se još na stočnoj repi, cvekli, blitvi i spanaću. Vektor virusa je predstavnik carstva *Protozoa*, fitopatogeni mikroorganizam *Polymyxa betae*. Čestice virusa preživljavaju u trajnim sporama vektora, u zemlji. Po nekim podacima trajne spore mogu da opstaju u zemljištu i do 15 godina. Trajne spore nakon aktiviranja obrazuju zoospore koje zaražavaju koren domaćina i time vrše infekciju domaćina virusom. Tokom vegetacije se formiraju nove generacije zoospora, koje dalje prenose virusne čestice na zdrave biljke (Bagi i sar, 2016).

Mere suzbijanja. Višegodišnji plodored predstavlja jednu od najkorisnijih mera borbe protiv ovog virusa. Štete se mogu smanjiti i ranijom setvom šećerne repe u proleće. Prisustvo trajnih spora vektora u kojima se održavaju virusne čestice u zemljištu je skoro nemoguće otkloniti. Kao najefikasnija mera u zaštiti protiv ove viroze se pokazalo gajenje otpornih genotipova šećerne repe. Jedan od vidova otpornosti protiv rizomanije je tolerantnost, kod koje genotipovi sadrže i do sto puta nižu koncentraciju virusa u odnosu na osetljive sorte. Geni otpornosti koji se najčešće upotrebljavaju pri stvaranju otpornih biljaka su Rz1 (Holly tip otpornosti) i Rz2 (Rizor tip rezistencije). Njihova uloga se zasniva na ograničavanju umnožavanja ili translokacije virusa, a ne na sprečavanju infekcija sa *P. betae*. (Bagi i sar, 2016.)

Hipoteza o širenju i evoluciji BNYVV kroz istoriju. Japanski naučnici Chiba i sar. (2011), kao i Soutaro i sar. (2010) su izneli svoje viđenje o širenju i evolucije BNYVV kroz istoriju. Oni smatraju da se nekoliko subpopulacija odvojilo od najmanje četiri izvorne vrste populacije virusa i izvršilo infekciju prirodnih domaćina u istočnoj Aziji, mnogo pre nego što je uzgajana šećerna repa. Zatim da se infekcija, u novije vreme (možda čak tokom prošlog veka), od izvora zaraze BNYVV sa prirodnih domaćina proširila na gajene biljke šećerne repe u različitim oblastima, za veoma kratak vremenski period. Danas, u oblastima u kojima rastu tolerantne sorte šećerne repe, postoji jak selekциони pritisak na pojedine gene (npr. p25) i kao posledica toga, podstaknute su RB (Resistance breaking) varijante virusa koje imaju pojedinačne promene aminokiselina u p25 (protein koji je vezan za RNK). Oni su ovu evolucionu putanju uporedili sa širenjem i evolucijom virusa žutog šarenila pirinča (Rice yellow mottle virusa, RYMV) u Africi (Chiba i sar. , 2011).

Tipovi BNYVV. Nekoliko kompanija za oplemenjivanje biljaka razvilo je delimično otporne genotipove šećerne repe na BNYVV. Neki od ovih genotipova su vremenom ispoljili variranje u prinosu u različitim zemljama, što je istraživače navelo da pomisle da je to uzrokovano varijacijom u patogenosti BNYVV, odnosno zbog razlika u RNK virusa. Koenig i saradnici, su 1997. godine, otkrili da su RNK 1, 2, 3 i 4 uvek prisutne u prirodno inficiranim korenima šećerne repe. Jedina razlika u sastavu RNK odnosi se na odsustvo ili prisustvo RNK 5. U Evropi je RNK 5 pronađena samo u oblasti Pitivijera (Francuska). Nukleotidne sekvence nekih RNK se značajno razlikuju, tako da je utvrđeno prisustvo najmanje 4 vrste BNYVV (A, B, P i J). Bez obzira na postojanje varijacija RNK virusa, primećen je jednoobrazan serološki odgovor u ELISA testovima (Heijbroek i sar., 1999).

Zajednički istraživački program Međunarodnog instituta za istraživanje šećerne repe (IIRB) pokrenut je 1993. godine da bi se otkrilo da li varijacije u prinosu nastaju usled postojanja različitih patotipova. Oni su iz ukupno 15 lokaliteta u 7 zemalja izolovali BNYVV i uz pomoć RT-PCR analiza utvrdili postojanje dva različita soja u Evropi, koja su nazvali A i B. Kasnije je u Francuskoj identifikovana i treća grupa, označena kao P (Heijbroek i sar., 1999).

Odvajanje sojeva se bazira na polimorfnoj analizi dužine ograničavajućeg fragmenta (SSCP) ili na polimorfnoj analizi (RT-PCR) iz CP (proteinski deo) izolata. Tip A je rasprostranjen u celoj Evropi, SAD kao i u Japanu i Kini, dok se tip B primarno nalazi u Nemačkoj i Francuskoj. P tip BNYVV je serološki nerazdvojljiv od A i B tipova, ali poseduje biološka i genomska svojstva zbog kojih se značajno razlikuje od ostalih sojeva. Izolati tipa P imaju relativno ograničenu geografsku distribuciju. Prvobitno su pronađeni samo u Francuskoj, ali su kasnije identifikovani u Engleskoj i Kazahstanu. Nedavna istraživanja otkrila su da su P tipovi usko povezani sa A tipom, ali su vrlo agresivni i mogu da prouzrokuju značajne štete na nekim genotipovima tolerantnim na rizomaniju. P tipovi takođe poseduju pet vrsta RNK i jedini su BNYVV izolati u Evropi za koje je potvrđeno da poseduju RNK 5. Izolati BNYVV sa RNK 5 nisu pronađeni u SAD, dok su uobičajeni u Japanu (Rush i sar., 2006).

Analize nukleotidnih sekvenci gena CP, p25 i p26 omogućile su stvaranje filogenetskih stabala koja pokazuju jasnu klasifikaciju različitih izolata u grupe koje su usko povezane. Izvršeno je nekoliko studija kako bi se istražila povećana virulencija BNYVV izolata koji sadrže RNK5. Većina izolata iz Kine i Japana spada u grupu 1, izolati iz Japana su u grupi 2, a Francuski izolat je u grupi 3. Razlike u genomu unutar jedne grupe su beznačajne, a između sekvenci grupa varirale su i do 8%. Zbog visoke promenljivosti sekvence gena iz japanskih izolata koji poseduju RNK5 i francuskih izolata koji poseduju RNK5, pored P tipa, označen je i J tip (Pferdmenges, 2007).

Tip P za sada predstavlja najveću opasnost. On je prvobitno identifikovan u Francuskoj. Sadrži peti RNK segment koji utiče na sinergističnu ekspresiju simptoma. Nedavna zapažanja pokazuju da P tip BNYVV poseduje pojačanu patogenost prema izvorima otpornosti Rz2 i "Rizor" kada se uzgaja u prirodno

zaraženoj zemlji. Pomoću testa u saksijama pojedinačnih biljaka, dokazana je veća patogenost P-tipa u upoređivanju A-i B-tipa. On je prevazišao otpornost u genotipu šećerne repe koji sadrži i Rz1 i Rz2 nakon veštačke inokulacije (Pferdmenges et al, 2006).

ZAKLJUČAK

Rizomanija je veoma štetno oboljenje koje je prisutno u svim regionima uzgoja šećerne repe. Jedina efikasna mera borbe protiv rizomanije je stvaranje i upotreba visoko rezistentnih sorti šećerne repe. Većina današnjih sorti šećerne repe nose otporne gene koji štite biljku od napada virusa i dozvoljavaju samo malu reprodukciju virusa. Postojanje različitih sojeva virusa koji se razlikuju po patogenosti dodatno otežava zaštitu šećerne repe. Istraživanja se moraju nastaviti kako bi se stvorile nove sorte šećerne repe koje će moći da se suprotstave novim sojevima virusa čija se pojava očekuje u budućnosti.

LITERATURA

- Bagi F., Jasnić S, Budakov D (2016): Viroze biljaka, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad. 253–256.
- Chiba S., Kondo H., Miyanishi M., Andika I.B., Han C., Tamada T. (2011): The evolutionary history of Beet necrotic yellow vein virus deduced from genetic variation, geographical origin and spread, and the breaking of host resistance. *Mol Plant Microbe Interact.* 2011 Feb;24(2):207–18. doi: 10.1094/MPMI-10-10-0241.
- Heijbroek, W., Musters, P., & Schoone, A.H. (1999). Variation in Pathogenicity and Multiplication of Beet Necrotic Yellow Vein Virus (BNYVV) in Relation to the Resistance of Sugar-beet Cultivars. *European Journal of Plant Pathology*, 105, 397–405.
- Pferdmenges F. (2007): Occurrence, spread and pathogenicity of different Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) isolates, 22–24
- Pferdmenges F., R. Koenig, M. Varrelmann (2006): Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) P-Types overcomes resistance in Rz1+Rz2 sugar beet hybrids after mechanical inoculation. 69, IIRB-Congress, 15.-16.02.2006-Brussel, Poster
- Rush, C. & Liu, H-Y & Lewellen, R.T. & Acosta-Leal, Rodolfo. (2006). The Continuing Saga of Rhizomania of Sugar Beets in the United States. *Plant Disease*. 90. 10.1094/PD-90-0004.
- Soutaro C, Hideki K, Masaki M, Ida Bagus Andika, Chenggui H, Tetsuo T (2010): The Evolutionary History of Beet necrotic yellow vein virus Deduced from Genetic Variation, Geographical Origin and Spread, and the Breaking of Host Resistance, *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 24(2):207–18.

Abstract

STRAINS OF BEET NECROTIC YELLOW VEIN TOBAMOVIRUS

Milica Meseldžija

University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad

E-mail: milica.96.meseldzija@gmail.com

Rhizomania is the most important disease of sugar beet worldwide, caused by beet necrotic yellow veinvirus (BNYVV). This virus is transmitted by the zoospores of *Polymyxa betae*, which is widespread soil-borne pathogen. Severe sugar beet infections, with this virus, reduce root yield by 50% or more, resulting in sugar content and product quality reduction. Research on the genetic variability of BNYVV provides information that can elucidate its evolutionary and geographical origins, changes in virulence (breakthrough resistance to RBs), and the development of new epidemics. Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) has a worldwide distribution. Four major types of this virus have been detected: type A, B, P and J.

Keywords: BNYVV, rhizomania, genetic variability