

OBČUTLJIVOST RAZLIČNIH HMELJNIH KULTIVARJEV NA HMELJEVO PERONOSPORO (*Pseudoperonospora humuli* Miy. et Takah.) IN HMELJEVO PEPELASTO PLESEN (*Sphaerotheca humuli* [DC.] Burr.)

Marta DOLINAR, Dragica KRALJ
Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo, Žalec

IZVLEČEK

Različni kultivarji, ki se pridelujejo v Evropi in svetu, so bili ocenjeni na občutljivost za hmeljevo peronosporo in hmeljevo pepelasto plesen. Proti hmeljevi peronospori popolnoma odpornega kultivarja ni v zbirki. Obstaja pa razlika v občutljivosti med posameznimi. S hmeljevo pepelasto plesnijo potencialno lahko obole skoraj vsi kultivarji. Ugotovljena ni bila le na nekaterih angleških, ki so bili žlahtnjeni na odpornost in nekaterih kultivarjih z dednino žateškega hmelja.

KURZFASSUNG

DIE EMPFINDLICHKEIT DER VERSCHIEDENEN HOPFENSORTEN GEGEN FALSCHEN (*Pseudoperonospora humuli* Miy. et Takah.) UND ECHTEN HOPFENMEHLTAU (*Sphaerotheca humuli* /DC./ Burr.)

Es wurden verschiedene Hopfensorten für die Empfindlichkeit gegen *Pseudoperonospora humuli* und *Sphaerotheca humuli* bewertet. In der Kolektion wurden keine gegen falschen Hopfenmehltau sehr widerstandsfähige Sorten festgestellt. Mit echtem Hopfenmehltau können bei hohen Infektionsdruck fast alle europäischen Hopfensorten erkranken. Auf einigen englischen, für Resistenz gezüchteten Sorten und einigen Sorten mit Germplasma des Saazer Hopfens, wurde kein echter Hopfenmehltau festgestellt.

Uvod

Hmeljeva peronospora je ekonomsko najpomembnejša bolezen, ki zahteva vsakoletna škropljenja s fungicidi. Število tretiranj je odvisno od odpornosti kultivarja in infekcijskega pritiska. Pretežni del žlahtnjiteljev hmeljevo peronosporo upošteva in žlahtni na odpornost proti njej, bodisi s križanjem ali odbiro. Modernejše metode žlahtnenja za odpornost so pri hmelju šele v razvoju. Ena od teh je določitev biokemičnih markerjev za odpornost. Na primer pri *Pseudoperonospora cubensis* (Reuveni, 1990) in *Bremia lactuce* (Zinkernagel, 1986) so ugotovili kot biokemični marker za odpornost, aktivnost peroksidaze.

Na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo pa poteka projekt: "Določitev biokemičnih markerjev za rezistenco za hmeljevo peronosporo in listne uši", s ciljem določiti genetsko varijabilnost eteričnih olj pri hmelju in identificirati morebitne biokemične markerje za odpornost za hmeljevo peronosporo. Za potrebe tega projekta smo na odpornost ocenili prek 100 kultivarjev, najprej pa izbrali ustrezno metodo za ocenjevanje. Žlahtnenje na odpornost zahteva t.i. "izvorce rezistence", ki so v zadnjih letih zbrani v genskih bankah, kamor sodi tudi zbirka kultivarjev pri IHP, posajena v posebnem nasadu. V njem so zbrani kultivarji, z vseh geografskih območij, kjer se prideluje hmelj.

Zaradi milih zim, zgodnjih in toplih pomladi in sploh toplejšega vremena, so bile razmere za razvoj pepelaste plesni zadnji dve leti ugodne. V zbirki se je pojavila ne le na občutljivih kultivarjih, temveč tudi drugih, kjer je doslej nismo poznali, n.pr. na savinjskem goldingu in aurori. V Sloveniji hmelja na odpornost proti njej nismo žlahtnjili, vendar pa izločali križance, na katerih se je pojavila hmeljeva pepelasta plesen. Zaradi enakomerne porazdelitve občutljivih kultivarjev v kolekcijem nasadu in s tem enakomernega infekcijskega pritiska, je bila obolevnost enakomerna in ustrezna za ocenitev.

Metoda dela

V nasadu je posajeno prek 100 kultivarjev. Zbrani so z vseh geografskih območij, kjer pridelujejo hmelj. Od vsakega kultivarja je posajeno po 10 rastlin v vrsti. Kar zadeva ocenjevanja hmeljeve peronospore smo naleteli na težave, ali ocenimo poljsko odpornost ali izvedemo teste v kontroliranih razmerah. Odločili smo se za poljsko odpornost, hkrati pa smo naredili orientacijske teste v laboratoriju na 70 kultivarjih.

Tudi pri ocenjevanju poljske odpornosti smo naleteli na težave. V rastni dobi smo opravili več ocenjevanj in jih statistično primerjali med seboj. Ocene na listih se niso ujemale z ocenami na storžkih. Dokaj pa so se ujemale na listih, ko smo ocenjevali po različnih metodah. Najprimernejše je bilo ocenjevanje okužbe na listih, konec maja ali v začetku junija. Nabrali smo po 30 listov z desetih rastlin, do višine 1 m in ocenili hmeljevo peronosporo po Townsend-Heubergerjevi metodi. Pri tem ocenjevanju smo dobili hkrati podatke o pogostnosti okužbe. Hmeljevo peronosporo smo ocenili tudi z oceno 0-5. 0 - pomeni popolnoma zdrave, 5 - pomeni od hmeljeve peronospore uničene rastline. Ocene na listih so bile med seboj v korelaciji. Te številčne podatke smo uporabili pri statističnem povezovanju z eteričnimi olji. Za prikaz občutljivosti, oziroma odpornosti smo kultivarje razdelili v 4 skupine:

1 - odporni	(P = 0 do 10%)	$P = \frac{\sum (n \cdot v) \cdot 100}{5 \cdot N}$
2 - nekoliko občutljivi	(P = 10 do 30%)	
3 - občutljivi	(P = 30 do 50%)	
4 - zelo občutljivi	(P = nad 50%)	

P = stopnja okužbe v odstotkih

N = skupno število opazovanih listov

n = število opazovanih listov v razredu

v = razred po deležu okužene površine listov

V laboratoriju smo napravili orientacijske teste za odpornost kultivarjev za hmeljevo peronosporo. Teste smo naredili na odtrganih listih (Dolinar, 1986) in inokulirali s svežim inokulumom, s koncentracijo 50.000 zoosporangijev na ml. Tri liste, (tretji nodij od vrha), enega kultivarja smo inokulirali s 25 kapljicami inokuluma. Po 5 dneh smo ugotavljali odstotek uspelih infekcij.

Pri ocenjevanju hmeljeve pepelaste plesni nismo imeli posebnih težav. Pojavi se navadno, ko se oblikujejo storžki. Leta 1993 se je na nekaterih kultivarjih pojavila tudi na listih. Ocenili smo storžke z oceno od 0 do 3, kjer pomeni 0 brez hmeljeve pepelaste plesni, ocena 3 pa prek 60 odstotkov okuženih storžkov.

Rezultati in diskusija

Iz preglednice 1 je razvidno, da so hmeljevi kultivarji zbrani skoro z vseh geografskih območij, kjer se prideluje hmelj. Pretežno so bili žlahtnjeni na odpornost, bodisi s križanjem ali odbiro. Kljub temu v zbirki, v slovenskih razmerah, ni popolnoma odpornega kultivarja, to je, da na njem ne bi ugotovili peronospore na listih. Orientacijski poskusi v laboratoriju so rezultat potrdili (preglednica 2). Obstaja pa razlika v občutljivosti med posameznimi kultivarji. Nemci štejejo kultivarje, ki zahtevajo 2 - 3 škropljenja proti sekundarni okužbi kot odporne. To so kultivarji, ki so pri nas uvrščeni v skupino 1 in 2. V slovenskih razmerah imamo skupino 1 za odporno. V zbirki je torej 11 odpornih kultivarjev. Med nje sodi slovenska aurora, kot ena najmanj občutljivih. Sem sodi tudi divji hmelj iz Japonske (No.32/68/27), ki je hkrati slab gostitelj za listne uši, ameriški kultivar "cascade" (Oregon) idr. Pretežni del kultivarjev je nekoliko občutljivih (41), kamor sodijo savinjski golding, kultivarji C - generacije, bobek in buket, znani nemški kultivarji, kot npr perle, hüller bitterer, magnum itd., ter pretežni del kultivarjev, z dednino žateškega hmelja, del angleških itd. Občutljivih je 35 kultivarjev, kamor sodijo tudi slovenski atlas, blisk in ahil. Ahila ne pridelujemo več, atlasa in bliska pa je le nekaj hektarjev.

Kultivarji z aridnih geografskih območij, kjer razmere za razvoj hmeljeve peronospore niso ugodne, npr. Afrika, Avstralija, Nova Zelandija, ZDA - Washington in Idaho ter Vojvodina in druga, so v Sloveniji občutljivi ali zelo občutljivi, nekateri pa so propadli. Zagovorniki testov v laboratoriju (Zinkernagel, 1990), imajo v tem primeru prav, ko pravijo, da poljska odpornost podleže močnemu infekcijskemu pritisku in da le z njimi pridemo do resnične odpornosti. Za žlahtnjitelje je poljska odpornost zanimivejša, ker je navadno rasno nespecifična in je osnovana na več genih. Večina žlahtnjiteljev jo upošteva pri svojem delu. Verjetno pa ima prav tudi Norwood (1985), ko pravi, da umetne okužbe v laboratoriju ne morejo povsem nadomestiti ocenjevanja poljske rezistence. Orientacijski testi v laboratoriju so pokazali (preglednica 2), da so vsi kultivarji občutljivi, nekateri manj drugi bolj, razen slovenske aurore in ameriškega kultivarja cascade. Znano pa je da se rezultati ocenjevanj na polju povsem ne ujemajo z rezultati dobljenimi v laboratoriju. Menim tudi, da je bila koncentracija inokuluma premočna.

Preglednica št. 1: Občutljivost hmeljnih kultivarjev za hmeljevo peronosporo (*Pseudoperonospora humuli*)

Kultivar	Oc	Kultivar	Oc	Kultivar	Oc
Afrika		Francija		Rusija	
SOUTH. BREWER	3	TARDIF DE BOURG.	1	UNIVERSAL	2
		STRISSELSPALT	3	IWANOVECKI	3
Anglija				UROZAJNI	4
OMEGA	1	Japonska			
ZENITH	1	NO.32/68/27 (divji.)	1	Slovenija	
COBBS	2	GOLDEN STAR	4	AURORA	1
FOGGLES	2	KIRIN 1	4	APOLON	2
KEYWORTH MIDS.	2	KIRIN 2	4	BOBEK	2
NORTH. BREWER	2			BUKET	2
WYE CHALLENGER	2	Kitajska		CELEIA	2
WYE NORTHDOWN	2	FUKUITAKA	1	CEKIN	2
WYE SAXON	2	KITAMIDORI	1	CERERA	2
WYE VIKING	2	CHANG BAI 2	2	CICERO	2
YEOMEN	2	CHANG BAI 1	4	SAV. GOLDING	2
BREWERS GOLD	3	GING DAO DO HUA 791	4	AHIL	3
BULLION	3			ATLAS	3
COLLEGE CLUSTER	3	Nemčija Vz.		BLISK	3
EARLY BIRD GOLD.	3	SALADIN	2		
EAST WELL GOLD.	3			Ukrajina	
TUTSHAM	3	Nemčija Zah.		AROMAT	2
WYE TARGET	4	TETTNANGER	1	SEREBRJANKA	2
		EMERALD	2	ŽITOM. KLON 16	2
Avstralija		HALLERTAUER TRAD.	2	ŽITOM. KLON 18	3
PRIDE OF RINGW.	3	HÜLLER BITTERER	2	ŽITOM. KLON 34	3
RINGWOOD SPEC.	4	MAGNUM	2		
		PERLE	2	USA	
Belgija		SPALTER SELECT	2	CASCADE	1
COGNEAO	2	BRAUSTERN	3	Mt. HOOD	2
STAR	2	HALLERTAUER GOLD	3	WILLAMETTE	2
WHITE BINE	2	ORION	3	COMET	3
SARA	2	SAAZER	3	NUGGET	3
GROENEBEL	3	WÜRTEMBERGER	3	GALENA	4
RECORD	3	HALLERTAUER MTF	4		
				Vojvodina	
Češka		Nova Zelandija		PETROV. ČERV.	2
OSW. KLON 126	2	SMOOTH CONE	3	VOJVODINA	3
SIREM	2	CALLICROSS	3	DUNAV	3
ZLATAN	2	FIRST CHOICE	3	NEOPLANTA	3
ŽAT. POLUČERV.	2			BAČKA	4
NEUROTER	3	Poljska			
OSW. KLON 72	3	LJUBLJINSKY	1		
		NADWIŚLANSKY	1		
Danska		ESTERA	2		
NORDGARD 978	3	POLJSKI KLON 12	2		
NORDGARD 1478	3	POLJSKI KLON 34	2		
		KRUGLAK SIRIAK	3		

Preglednica št. 2: Občutljivost hmeljnih kultivarjev na hmeljevo peronosporo (% uspelih okužb)

Kultivar	Oc	Kultivar	Oc	Kultivar	Oc
Anglija		Japonska		Rusija	
COBBS	100	KIRIN 1	100	UNIVERSAL	28
KEYWORTH MIDS.	88			IWANOVECK	96
				I	
NORTH. BREWER	88	Kitajska		UROZAJNI	100
WYE NORTHDOWN	72	FUKUITAKA			
WYE VIKING	76	KITAMIDORI		Ukrajina	
YEOMEN	64	CHANG BAI 2	88	AROMAT	76
BULLION	100	CHANG BAI 1	100	SEREBRJANK	80
				A	
COLLEGE CLUSTER	100			ŽIT. KLON 16	83
EARLY BIRD GOLD.	100	Nemčija Vz.		ŽIT. KLON 18	92
EAST WELL GOLD.	100	SALADIN	44	ŽIT. KLON 34	92
ZENITH	92				
		Nemčija Zah.		USA	
Avstralija		TETTNANGER	68	CASCADE	24
RINGWOOD SPEC.	100	HÜLLER BITTERER	72	COMET	96
		BRAUSTERN	84	NUGGET	100
Belgija		HALLERTAUER	96		
		GOLD		Vojvodina	
STAR	84	WÜRTEMBERGER	100	PETR. ČERV.	88
WHITE BINE	64	HALLERTAUER MTF	100	VOJVODINA	92
SARA	96			DUNAV	92
GROENEBEL	100	Poljska		BAČKA	100
		POLJSKI KLON 12	92		
Češka		POLJSKI KLON 34	84	Nova Zeland.	
OSW. KL. 126	84			SM. CONE	100
SIREM	84	Slovenija		CALLICROSS	100
ZLATAN	96	AURORA	16	FIRST	100
ŽAT. POLUČ.	84	APOLON	45	CHOICE	
NEUROTER	100	BOBEK	40		
OSW. KLON 72	100	AHIL	96	Francija	
		ATLAS	80	TARDIF DE B.	80
Danska		BLISK	84		
NORDGARD 1478	100				

Oc: je % uspelih okužb

Preglednica 3.: Okužba kultivarjev s hmeljevo pepelasto plesnijo (*Sphaerotheca humuli*)

Kultivar	Oc	Kultivar	Oc	Kultivar	Oc
Afrika		Francija		Rusija	
SOUTH. BREWER	1	TARDIF DE BOURG.	2	IWANOVECKI	1
		STRISSELSPALT	-	UROZAJNI	2
Anglija				UNIVERSAL	-
OMEGA	1	Japonska			
WYE CHALLENGER	1	NO.32/68/27 (divji)	2		
WYE NORTHDOWN	1	GOLDEN STAR	3	Slovenija	
WYE SAXON	1	KIRIN 2	3		
WYE TARGET	1	KIRIN 1	4	AURORA	2
BREWERS GOLD	2			BOBEK	2
COBBS	2	Kitajska		BUKET	2
COLLEGE CLUSTER	2	GING DAO DO HUA 791	1	SAV. GOLDING	2
EARLY BIRD GOLD.	2	CHANG BAI 1	2	ATLAS	3
EAST WELL GOLD.	2	CHANG BAI 2	2	BLISK	3
FOGGLES	2	FUKUITAKA	3	CEKIN	3
KEYWORTH MIDS.	2	KITAMIDORI	4	CELEIA	3
NORTH. BREWER	2			CERERA	3
TUTSHAM	2	Nemčija Vz.		CICERO	3
WYE VIKING	2	SALADIN	2	AHL	4
YEOMEN	2			APOLON	4
ZENITH	2	Nemčija Zah.			
BULLION	3	BRAUSTERN	2		
		EMERALD	2	Ukrajina	
Avstralija		HALLERTAUER GOLD	2	SEREBRJANKA	1
RINGWOOD SPEC.	1	HALLERTAUER MTF	2	ŽITOM. KLON 16	2
PRIDE OF RINGW.	2	HALLERTAUER TRAD.	2	ŽITOM. KLON 18	2
		HÜLLER BITTERER	2	ŽITOM. KLON 34	2
Belgija		ORION	2	AROMAT	-
COGNEAO	2	PERLE	2		
GROENEBEL	2	SAAZER	2		
RECORD	2	TETTNANGER	2	USA	
SARA	2	WÜRTEMBERGER	2	COMET	2
STAR	2	SPALTER SELECT	3	Mt. HOOD	2
WHITE BINE	3	MAGNUM	4	GALENA	3
				NUGGET	3
Češka		Nova Zelandija		WILLAMETTE	3
ZLATAN	1	CALLICROSS	3	CASCADE	-
ŽAT. POLUČERV.	1	FIRST CHOICE	3		
OSW. KLON 72	2	SMOOTH CONE	-		
NEUROTER	2			Vojvodina	
OSW. KLON 126	3	Poljska		BAČKA	3
SIREM	-	LJUBLJINSKY	1	PETROV. ČERV.	3
		NADWIŠLANSKY	1	DUNAV	4
Danska		ESTERA	2	NEOPLANTA	4
NORDGARD 978	2	KRUGLAK SIRIAK	2	VOJVODINA	4
NORDGARD 1478	2	POLJSKI KLON 12	2		
		POLJSKI KLON 34	2		

Iz preglednice 3 je razvidno, da je pretežni del kultivarjev bil okužen s hmeljevo pepelasto plesnijo. Ugotovili smo jo tudi na slovenskih kultivarjih, kjer je doslej nismo poznali. Pretežno so bili ukuženi vsi evropski kultivarji, ki se trenutno pridelujejo. Brez pepelaste plesni so bili nekateri angleški kultivarji, ki so bili v 70 tih letih žlahtnjeni na odpornost, ter kultivarji, ki imajo dednino žateškega hmelja in sodijo v isto oljno skupino, to so: dva poljska, en ukrajinski, en ruski in dva češka kultivarja. Potencialno torej lahko obole skoro vsi evropski kultivarji, če se poveča infekcijski pritisk.

Sklep

Pri ocenjevanju odpornosti oziroma občutljivosti hmeljevih kultivarjev za peronosporo, je pomembno izbrati ustrežno metodo in čas, da dobimo reprezentativne rezultate. Odločili smo se za ocenjevanje poljske odpornosti, ki smo jo dopolnili s testi v kontroliranih razmerah. Pri ocenjevanju na polju, se je pokazalo kot ustrezno ocenjevanje hmeljeve peronospore na listih, konec meseca maja ali v začetku junija.

Popolnoma odpornega kultivarja, to je, da na njem ne bi ugotovili peronospore na listih, ni v zbirki. Obstaja pa razlika v občutljivosti med posameznimi kultivarji. Pretežni del kultivarjev je nekoliko občutljivih in občutljivih, manj pa odpornih in zelo občutljivih. Zadnji so pretežno iz aridnih geografskih območij, ki so sicer žlahtnjeni na odpornost, a podležejo močnemu infekcijskemu pritisku, kar je značilno za poljsko odpornost, ki jo večina žlahtniteljev zasleduje pri svojem delu.

Dober sortni sestav, kar zadeva občutljivost, imamo v Sloveniji. Večina kultivarjev je nekoliko občutljiva, izjema je aurora, ki sodi med najmanj občutljive oziroma med odporne v zbirki.

Pod močnim infekcijskim pritiskom pepelaste plesni lahko potencialno obole skoro vsi evropski kultivarji, ki so trenutno v pridelovanju. V nezatni obliki se je pojavila tudi na slovenskih kultivarjih, kjer je doslej nismo poznali. Odporni v slovenskih razmerah so videti angleški kultivarji, ki so bili žlahtnjeni na odpornost ter kultivarji, ki imajo dednino žateškega hmelja.

Viri

- Dolinar, M.: Sensibilität der Hopfenperonospora (*Pseudoperonospora humuli* Miy. et Takah) gegen Metalaxyl in Savinjska dolina.- Proceedings of the Scientific Commission of the International Hop Growers Convention, Pecs, 1986.
- Norwood, J. M., Crute, I. R.: A Comparison of the Susceptibility of Lettuce Cultivars to Natural Field and Artificially Induced Laboratory Infection with Downy Mildew, *Bremia lactucae*.- Z. Pflanzenzüchtg. 95, 63-73, 1985.
- Reuveni, R., M. Shimoni, Z. Karchi: A rapid assay for monitoring peroxidase activity in melon as a marker for resistance to *Pseudoperonospora cubensis*. J. Phytopathology 129, 333-338, 1990.
- Zinkernagel, V.: Untersuchungen zur Anfälligkeit und Resistenz von Kopfsalat (*Lactuca sativa*) gegen falschen Mehltau (*Bremia lactucae*). III. Peroxydase-, peroxydatische Katalase- und Polyphenoloxydase-Aktivitäten. J. Phytopathology 115, 257-266, 1986.