

## MODELNO VREDNOTENJE ŽLAHTNITELJSKE KAKOVOSTI KRIŽANCEV HMELJA

Martin PAVLOVIČ<sup>1</sup>, Manja KUMER<sup>2</sup>, Karmen PAŽEK<sup>3</sup> in Andreja ČERENAK<sup>4</sup>

Izvirni znanstveni članek / original scientific article

Prispelo / received: 28. 9. 2020

Sprejeto / accepted: 9. 11. 2020

### Izvleček

Raziskava vključuje modelno oceno tržne vrednosti križancev hmelja z Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije (IHPS) v Žalcu. Večkriterijski model v programu DEXi vsebuje 4 glavne atribute: (i) tržna perspektivnost, (ii) habitus, (iii) eterična olja in (iv) grenčice, skupno 20 kriterijev. Dvajset vključenih križancev je razvrščenih v 3 skupine - z 'odlično', 'dobro' in 'slabo' žlahtniteljsko kakovostjo upoštevajoč navedene atribute. Križanec hmelja 207/205 je bil modelno ocenjen kot tržno najperspektivnejši za nadaljevanje postopka priznanja v novo komercialno sorto hmelja z visoko vsebnostjo alfa-kislin in visoko odpornostjo na verticilijsko uvelost hmelja.

**Ključne besede:** večkriterijski model, DEXi, žlahtnjenje hmelja.

## MODEL EVALUATION OF BREEDING AND MARKET QUALITY OF HOP HYBRIDS

### Abstract

The research includes a market value model assessment of the hop hybrids from the Slovenian Institute of Hop Research and Brewing (IHPS) in Žalec. The multicriteria model in the DEXi program contains 4 main attributes: (i) market perspective, (ii) habitus, (iii) essential oils, (iv) bitterness, and a total of 20 criteria. Twenty analyzed hybrids are classified into 3 groups – with 'excellent', 'good' and 'poor' breeding quality. The hop hybrid 207/205 was model-rated as the most market-promising for the continuation of the recognition procedure for a new commercial high alpha-acid hop variety with verticillium wilt resistance.

**Key words:** multicriteria model, DEXi, hop breeding.

<sup>1</sup> Prof. dr., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije in Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Univerze v Mariboru, e-pošta: martin.pavlovic@ihps.si

<sup>2</sup> Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Univerze v Mariboru, e-pošta: manja.kumer124@gmail.com

<sup>3</sup> Prof. dr., Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Univerze v Mariboru, e-pošta: karmen.pazek@um.si

<sup>4</sup> Dr., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, e-pošta: andreja.cerenak@ihps.si

## 1 UVOD

V letu 2020 je Slovenija globalno (62.111 ha) s 1.480 ha na 6. mestu po površinah pridelave hmelja (IHGC, 2020). Na 125 posestvih v Savinjski dolini, na območju Slovenj Gradca in Radelj ob Dravi ter v okolici Ptuja, Ormoža, in Celja pridelujejo hmeljarji pretežno 4 tržno najzanimivejše sorte hmelja. Te so: Aurora (558 ha, 38 %), Celeia (465 ha, 31 %), Savinjski golding (157 ha, 11 %) in Bobek (141 ha, 10 %). Ostalih 15 sort hmelja je v pridelavi v manjšem obsegu (IHPS, 2020). Žlahtnjenje hmelja poteka na IHPS v Žalcu že od ustanovitve v letu 1952. Poleg tradicionalne sorte Savinjski golding, 11 domačih sort poimenovanih z začetnicami A, B in C iz obdobja prvih 40 let obstoja IHPS, je val dišavnega hmelja naplaval od 2007 dalje še 9 uradno priznanih sort, 8 z imensko oznako Styrian, od tega 6 aromatično-dišavnih.

Pri izboru številnih potencialno perspektivnih križancev za postopek priznavanja v novo sorto in nadaljnjo komercialno pridelavo je lahko ekspertnemu timu v pomoč tudi večparametrsko modelno odločanje. Cilj pričujoče raziskave je bil modelno oceniti žlahtniteljsko kakovost analiziranih križancev glede na njihovo tržno perspektivnost. Razviti model predstavlja možnost razvoja dodatnega orodja za izbiro tržno perspektivnih križancev v postopku njihovega potrjevanja v nove komercialne sorte.

## 2 VEČKRITERIJSKO MODELIRANJE DEX V KMETIJSTVU

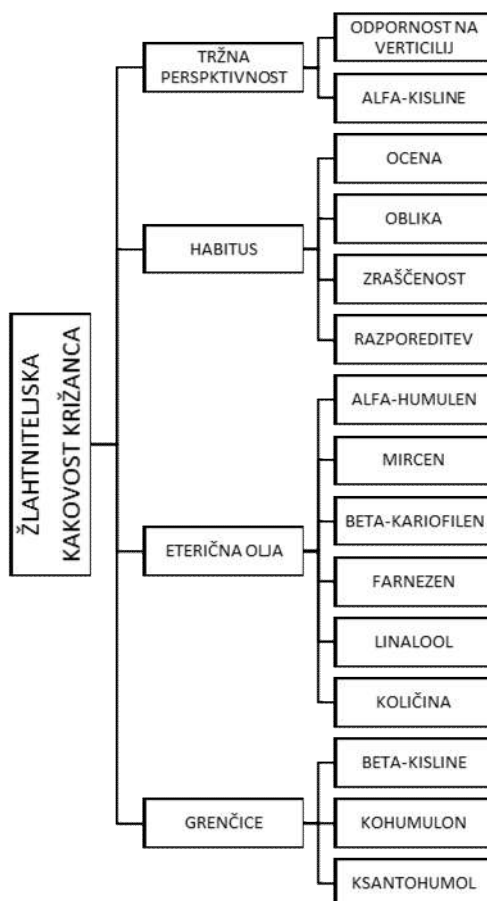
Večkriterijsko modelno ocenjevanje z metodo DEX je že dve desetletji v uporabi na področju kmetijstva. Metoda DEX je kvalitativna in temelji na izgradnji odločitvenih modelov, ki vsebujejo hierarhijo kriterijev in odločitvena pravila za združevanje diskretnih opisnih vrednosti kriterijev (Bohanec in Rajkovič, 2020). Na vzorčni ekološki kmetiji so s pomočjo programa KARSIM 1.0 analizirali pet različnih poslovnih možnosti, kamor so vključili različne proizvodne stroške in finančni rezultat. V raziskavo so vključili tudi metodo DEX, oz. računalniški program DEXi (Pažek in sod., 2006). Bohanec in sod. (2008) so s pomočjo večkriterijskega modeliranja ocenjevali ustreznost uporabe gensko spremenjenih in nespremenjenih sort koruze. Večkriterijski odločitveni model po metodah DEX in AHP (analitično hierarhični proces) je na podlagi rezultatov predhodne anketne analize baziral raziskavi ocene kakovosti ponudbe storitev turističnih kmetij in posledično njihovega rangiranja po kakovosti njihove ponudbe (Rozman in sod. 2009). Za primerjalno oceno tržne perspektivnosti križancev hmelja so v sodelovanju IHPS in Fakultete za kmetijstvo in biosistemske vede (FKBV) razvili model z metodo DEX, kjer so na podlagi kriterijev biologija, kemija, morfologija in pivovarska vrednost primerjali slovenske križance hmelja z nemško referenčno sorto Hallertauer Magnum (Pavlovič in sod., 2011). Rezultati vrednotenja travniških nasadov z metodo DEX, posebej razvitim točkovnim sistemom (TB

metoda) in AHP metodo na območju vzhodnega Pomurja ilustrirajo medsebojno uspešno dopolnjevanje metod pri interpretaciji rezultatov (Antolin, 2010; Pamič, 2014). Pozderek (2012) je s pomočjo razvitih simulacijskih modelov ocenjeval ekonomske parametre za pridelavo zelenjave na integrirani način, obdobje v preusmeritvi in uporabnost za ekološko pridelavo v zaščitenem prostoru. Z večkriterijskim modelom ekspertnega sistema DEXi so ocenjevali prehranske izdelke z gorsko-hribovskih območij, vključili 10 različnih prehranskih izdelkov in prikazali rezultate za faze proizvodnje in trženja (Prišenk in sod., 2014). S pomočjo ekspertnega sistema DEXi so preliminarno analizirali štiri različne komercialne mlečne izdelke, raziskavo pa kombinirali tudi ekonometričnim modeliranjem odziva potrošnikov na povišanje cen mleka z nizko vsebnostjo maščob (Pažek in sod., 2014). Kandal (2015) je za končno izbiro pri nakupu traktorja z metodologijo DEX primerjalno ocenjeval tehnološke in ekonomske parametre 4 različnih znamk vozil. V Bosni in Hercegovini so z metodo DEX analizirali kmetije z različnim številom molznic: 5, 15, 25 ter 45 in ugotovili, da se pričakovano ekonomsko najbolje izkaže kmetija z največjim številom krav (Rozman in sod., 2016). Na podlagi anketne analize in ekspertnega sistema DEXi so ocenjevali možnosti preusmeritve 68 kmetij v Sloveniji v vrtnarstvo (Nikoloski in sod., 2017). S pomočjo predhodno razvitih orodij (DEXi in FisPro) so v Franciji razvili novejšo orodje CONTRA, ki se uporablja za večkriterijsko modeliranje v kmetijstvu (Bockstaller in sod., 2017). Z ekspertnim sistemom DEXi so v Iranu tudi modelno ocenjevali okoljske, ekonomske in socialne vidike različnih sistemov pridelave krompirja (Rezaei in sod., 2018).

### **3 MATERIALI IN METODE DE LA**

#### **3.1 Vhodni podatki križancev za modelno ocenjevanje**

V raziskavo modelne ocene žlahtniteljske kakovosti oz. tržne perspektivnosti smo vključili 20 izbranih križancev hmelja z IHPS: *284/81, 50/84, 66/61, 69/199, 75/42, 79/80, 109/27, 112/58, 116/130, 137/159, 143/98, 160/79, 160/147, 163/13, 167/107, 168/104, 173/4, 174/58, 204/11 in 207/205*. Določili smo vhodne podatke za večkriterijski model, s katerimi smo določili osnovne modelne parametre in njihovo pomembnost pri vrednotenju: tržna perspektivnost, habitus, eterična olja, grenčice. Opredelili smo tudi parametre drugega nivoja. Cilj izbora je bil križanec z visoko vsebnostjo alfa-kislin in visoko odpornostjo na verticilijsko uvelost hmelja ob primernem habitusu rastline.



**Slika 1:** Drevo kriterijev modela za ocenjevanje žlahtniteljske kakovosti križancev hmelja.

Prvi kriterij (tržna perspektivnost) je vključeval 2 parametra: odpornost na verticilijsko uvelost in vsebnost alfa-kislin. Pri drugem (habitus) smo ocenjevali splošno oceno habitusa, obliko, zraščenoost storžkov in razporeditev storžkov po rastlini. Tretji vir vhodnih podatkov je predstavljala količina in sestava eterična olja. V preglednici 1 so prikazani povprečni rezultati analiz eteričnega olja iz večletne pridelave za posameznega križanca, dobljeni s plinsko kromatografijo. Četrty vir podatkov so v modelu predstavljale grenčice, z ocenami večletnih povprečnih vsebnosti (v %) beta-kislin v suhi snovi storžkov, delež (%) kohumulona znotraj alfa-kislin in ksantohumola v suhi snovi storžkov.

**Preglednica 1:** Podatki za modelni kriterij 'eterična olja' v mL/100 g hmelja.

KRIŽANEC	OCENA	ALFA-HUMULEN	MIRCEN	BETA-KARIOFILEN	FARN EZEN	LINALOOL	KOLIČINA (mL/100 g)
<b>284/81</b>	nadpovprečna	19,09	48,26	9,91	0,22	0,74	2,84
<b>50/84</b>	neizrazita	17,71	42,98	5,96	10,57	0,26	1,84
<b>66/61</b>	povprečna	23,17	47,63	7,99	5,89	0,95	2,18
<b>69/199</b>	povprečna	0,53	67,08	2,16	6,00	0,88	2,15
<b>75/42</b>	neizrazita	17,81	50,18	7,37	9,02	0,56	3,53
<b>79/80</b>	nadpovprečna	8,67	62,87	2,67	6,27	0,80	2,16
<b>109/27</b>	povprečna	16,28	44,93	7,29	14,32	0,28	2,54
<b>112/58</b>	neizrazita	9,97	46,97	3,54	5,24	0,49	1,72
<b>116/130</b>	povprečna	18,71	51,65	8,77	2,48	0,63	1,65
<b>137/159</b>	neizrazita	20,03	37,36	8,34	17,61	0,28	1,30
<b>143/98</b>	neizrazita	0,99	29,40	4,36	4,93	0,26	1,00
<b>160/79</b>	povprečna	17,27	53,99	7,05	0,76	0,55	1,86
<b>160/147</b>	povprečna	15,65	36,92	9,91	9,49	0,26	0,93
<b>163/13</b>	neizrazita	12,32	50,67	4,19	10,87	0,65	2,30
<b>167/107</b>	neizrazita	15,08	50,01	6,43	0,03	0,67	3,64
<b>168/104</b>	neizrazita	17,25	59,23	5,19	0,16	0,95	2,61
<b>173/4</b>	neizrazita	19,99	57,04	5,70	0,03	0,57	3,40
<b>174/58</b>	neizrazita	19,63	37,76	11,63	6,45	0,22	3,11
<b>204/11</b>	nadpovprečna	8,31	52,97	4,51	3,29	0,54	1,63
<b>207/205</b>	povprečna	10,00	49,43	5,79	6,66	0,34	1,23

### 3.2 Razvoj večparametrskega odločitvenega modela

Večkriterijski model temelji na metodi DEX, v programu DEXi 5.02 in v 5 korakih: (1) identifikacija odločitvenega problema, (2) identifikacija kriterijev, (3) definicija funkcije koristnosti, (4) opis variant ter (5) vrednotenje in analiza variant (Bohanec in Rajkovič, 2020).

Modelno smo ocenjevali žlahtniteljsko kakovost analiziranih križancev glede na njihovo tržno perspektivnost. Določili smo osnovne kriterije (slika 1): tržna perspektivnost, habitus, eterična olja in grenčine, kriterije drugega nivoja, jim določili smiselne zaloge vrednosti (slika 2) in jih s tem prekategORIZIRALI v attribute.

Kriterij	Zaloqa vrednosti
ŽLAHTNITELJSKA KAKOVOST KRIŽANCA	SLABA; DOBRA; <b>ODLIČNA</b>
TRŽNA PERSPEKTIVNOST	SLABA; DOBRA; <b>ODLIČNA</b>
—ODPORNOST NA VERTICILIJ	<b>visoko občutljiv</b> ; občutljiv; srednje; <b>odporen</b> ; <b>visoko odporen</b>
—ALFA-KISLINE	nizka; srednja; <b>visoka</b>
HABITUS	SLABO; DOBRO; <b>ODLIČNO</b>
—OCENA HABITUSA	<b>podpovprečen</b> ; povprečen; <b>nadpovprečen</b>
—OBLIKA RASTLINE	<b>manj zaželen</b> ; srednje zaželen; <b>najbolj zaželen</b>
—ZRAŠČENOST STORŽKOV	<b>najmanj zaželen</b> ; srednje zaželen; <b>najbolj zaželen</b>
—RAZPOREDITEV STORŽKOV	<b>manj zaželen</b> ; srednje zaželen; <b>najbolj zaželen</b>
ETERIČNA OLJA	nizka; srednja; <b>visoka</b>
—ALFA-HUMULEN	nizka; <b>visoka</b>
—MIRCEN	nizka; <b>visoka</b>
—BETA-KARIOFILEN	nizka; <b>visoka</b>
—FARNEZEN	nizka; <b>visoka</b>
—LINALOOL	nizka; <b>visoka</b>
—KOLIČINA ETERIČNEGA OLJA	nizka; <b>visoka</b>
—AROMA	<b>neizrazita</b> ; povprečna; <b>nadpovprečna</b>
GRENČICE	nizka; srednja; <b>visoka</b>
—BETA-KISLINE	nizka; srednja; <b>visoka</b>
—KOHUMULON	<b>visoka</b> ; srednja; <b>nizka</b>
—KSANTOHUMOL	nizka; srednja; <b>visoka</b>

*Slika 2: Zaloge vrednosti za oceno žlahtniteljske kakovosti križancev.*

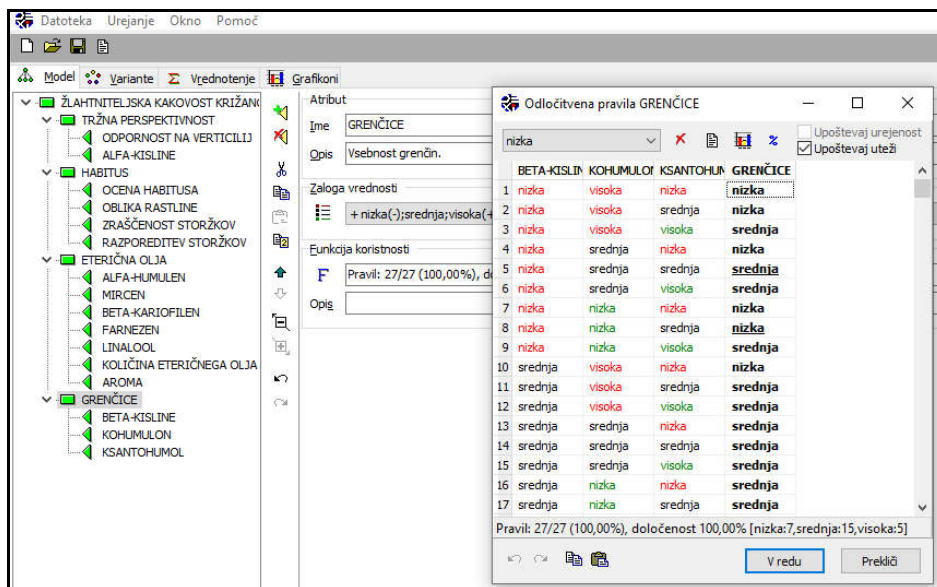
Z definicijo funkcij koristnosti opredelimo funkcije, kjer nižji kriteriji vplivajo na višje ležeče vse do končne ocene. Funkcijo koristnosti sestavljajo odločitvena pravila. Z njimi določimo izračun kriterijev nižjega nivoja in posledično še izračun kriterijev višjega nivoja. Primer odločitvenih pravil v programu je prikazan na sliki 3. Funkcije koristnosti za posamezni kriterij smo določili s pomočjo vnaprej določenih uteži. Z utežmi v modelu smo ciljno definirali stopnje pomembnosti kriterijev, ki vplivajo na našo končno odločitev. Uteži v modelu so upošteevane v obliki funkcije, ki je prikazana spodaj. Kriteriji so označeni z »x«, uteži pa z »w« (Bohanec, 2015).

$$f(X_1, X_2, \dots, X_n) = w_0 + w_1 \times X_1 + w_2 \times X_2 + \dots + w_n \times X_n \quad (1)$$

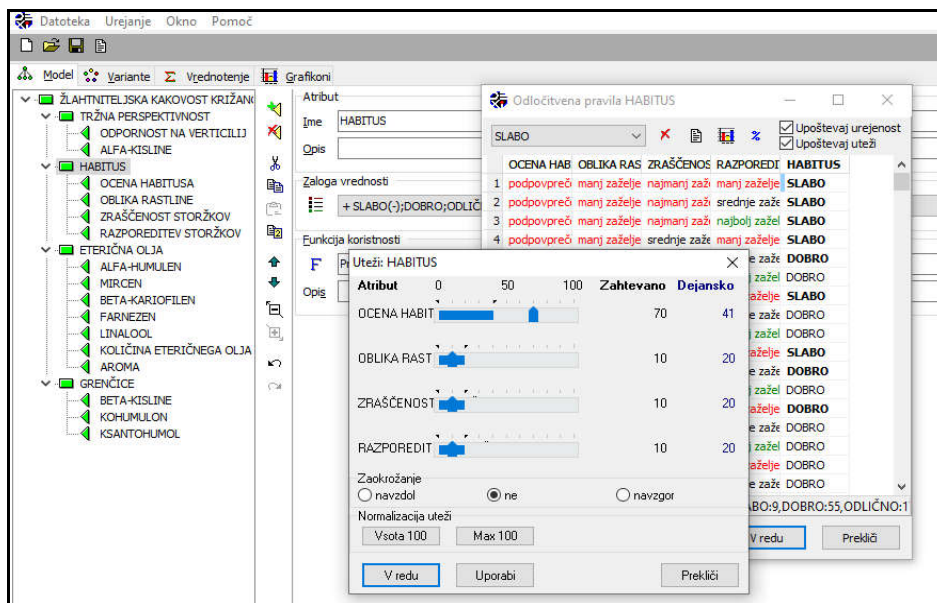
Uteži smo nato upoštevali pri sami izgradnji modela v programu DEXi, kot je prikazano na sliki 3. Na podlagi izbire normalizacije uteži (»Vsota 100« ali »Max 100«) nam je program sam izbral upošteevano vrednost uteži.

Z modelom definiramo t.i. lokalne in globalne vrednosti uteži kriterijev ter tudi normalizirane uteži na lokalni ter globalni ravni. Bohanec (2015) je lokalne povprečne uteži definiral kot uteži, ki neposredno vplivajo na kriterij višje ravni. Globalne povprečne uteži pa vplivajo na vrednost, ki jo ima najvišji kriterij. Primer: Kriterij »oblika rastline« ima 20-% vpliv na nadrejeni kriterij »habitus« (lokalni učinek) in 5-% vpliv na žlahtniteljsko kakovost križanca (globalni učinek).

Kriterij »vsebnost kohumulona« ima 19-% vpliv na nadrejeni kriterij »grenčice« (lokalni učinek) in 5-% vpliv na žlahtniteljsko kakovost križanca (globalni učinek).



Slika 3: Okno za določitev odločitvenih pravil pri kriteriju »grenčice«.



Slika 4: Okno za določitev uteži modelnim kriterijem.

V programu DEXi smo opisali vsak scenarij posebej z zalogo vrednosti naših osnovnih kriterijev in na podlagi vhodnih podatkov ocenili končno oceno variant. Npr. pri kriteriju »tržna perspektivnost« smo križance ocenili s slabo, dobro ali odlično oceno. Pri tem kriteriju smo upoštevali odpornost na verticilij in vsebnost alfa-kislin (v %) za vsakega križanca. Pri odpornosti na verticilij smo križance označili z: visoko občutljiv, občutljiv, srednje odporen, odporen in visoko odporen. Glede na vsebnost alfa-kislin (%) smo križance razdelili v tri skupine: nizka, srednja in visoka vrednost, itd.

## 4 REZULTATI Z RAZPRAVO

### 4.1 Ocena križancev hmelja glede na različne kriterije

Pri vsakem križancu smo analizirali vse štiri glavne kriterije, in sicer tržno perspektivnost, habitus, vsebnost eteričnih olj in grenčic. Na podlagi rezultatov glavnih kriterijev smo ocenili tudi samo žlahtniteljsko kakovost za vseh 20 izbranih križancev hmelja, kar je predstavljalo tudi cilj raziskave. Rezultati delijo analizirane križance v tri skupine, in sicer: križanci, ki imajo slabo žlahtniteljsko kakovost, križance, ki imajo dobro žlahtniteljsko kakovost in križance z odlično žlahtniteljsko kakovostjo upoštevajoč zastavljene kriterije raziskave.

V prvo skupino križancev z odlično žlahtniteljsko kakovostjo (visoka vsebnost alfa-kislin, visoka odpornost na verticilijsko uvelost hmelja) se je uvrstil le križanec 207/205. V drugo skupino (dobra žlahtniteljska kakovost) spada največ primerkov iz naše raziskave (18), in sicer: 284/81, 50/84, 66/61, 69/199, 75/42, 79/80, 109/27, 112/58, 116/130, 137/159, 143/98, 160/79, 163/13, 167/107, 168/104, 173/4, 174/58 in 204/11. V tretjo skupino (slaba žlahtniteljska kakovost) pa križanec hmelja 160/147.

Na sliki 5 so prikazani rezultati vrednotenja naključno izbranih križancev hmelja. Križanec 207/205 po modelnih kriterijih izstopa in ga ocenjujemo kot križanca, ki ima odlično žlahtniteljsko kakovost. Vse ostale zgoraj omenjene križance uvrščamo v skupino z dobro žlahtniteljsko kakovostjo. V članku predstavljamo opisne ocene osnovnih kriterijev najbolje ocenjenega križanca.



Kriterij	168/104	173/4	174/58	204/11	207/205
<b>ŽLAHNTITELJSKA KAKOVOST KRIŽANCA</b>	DOBRA	DOBRA	DOBRA	DOBRA	<b>ODLIČNA</b>
<b>TRŽNA PERSPEKTIVNOST</b>	<b>SLABA</b>	<b>SLABA</b>	DOBRA	DOBRA	<b>ODLIČNA</b>
ODPORNOST NA VERTICILIJ	<b>občutljiv</b>	<b>občutljiv</b>	srednje	<b>odporen</b>	<b>odporen</b>
ALFA-KISLINE	srednja	<b>visoka</b>	<b>visoka</b>	srednja	<b>visoka</b>
<b>HABITUS</b>	DOBRO	DOBRO	DOBRO	DOBRO	<b>ODLIČNO</b>
OCENA HABITUSA	povprečen	povprečen	povprečen	povprečen	<b>nadpovprečen</b>
OBLIKA RASTLINE	<b>manj zaželjen</b>	srednje zaželjen	<b>najbolj zaželjen</b>	<b>najbolj zaželjen</b>	<b>najbolj zaželjen</b>
ZRAŠČENOST STORŽKOV	srednje zaželjen	<b>najbolj zaželjen</b>	srednje zaželjen	<b>najbolj zaželjen</b>	srednje zaželjen
RAZPOREDITEV STORŽKOV	<b>manj zaželjen</b>	<b>najbolj zaželjen</b>	srednje zaželjen	srednje zaželjen	srednje zaželjen
<b>ETERIČNA OLJA</b>	srednja	<b>nizka</b>	<b>nizka</b>	srednja	<b>nizka</b>
ALFA-HUMULEN	<b>nizka</b>	<b>visoka</b>	<b>visoka</b>	<b>nizka</b>	<b>nizka</b>
MIRCEN	<b>visoka</b>	<b>visoka</b>	<b>nizka</b>	<b>visoka</b>	<b>visoka</b>
BETA-KARIOFILEN	<b>nizka</b>	<b>nizka</b>	<b>visoka</b>	<b>nizka</b>	<b>nizka</b>
FARNEZEN	<b>nizka</b>	<b>nizka</b>	<b>visoka</b>	<b>nizka</b>	<b>visoka</b>
LINALOOL	<b>visoka</b>	<b>nizka</b>	<b>nizka</b>	<b>nizka</b>	<b>nizka</b>
KOLIČINA ETERIČNEGA OLJA	<b>visoka</b>	<b>visoka</b>	<b>visoka</b>	<b>visoka</b>	<b>nizka</b>
AROMA	<b>neizrazita</b>	<b>neizrazita</b>	<b>neizrazita</b>	<b>nadpovprečna</b>	povprečna
<b>GREŇČICE</b>	srednja	srednja	<b>visoka</b>	srednja	<b>visoka</b>
BETA-KISLINE	srednja	<b>visoka</b>	<b>visoka</b>	srednja	<b>visoka</b>
KOHUMULON	<b>nizka</b>	srednja	<b>nizka</b>	srednja	<b>nizka</b>
KSANTOHUMOL	srednja	srednja	srednja	srednja	srednja

**Slika 5:** Rezultati vrednotenja dela križancev hmelja.

## 4.2 Vpliv kriterijev na oceno žlahtniteljske kakovosti križancev

Na podlagi rezultatov raziskave je bil križanec hmelja 207/205 edini, ki je bil ocenjen z odlično žlahtniteljsko kakovostjo (slika 6). K temu so pripomogli skoraj vsi rezultati glavnih kriterijev, in sicer: »tržna perspektivnost«, »habitus« in »vsebnost grenčic«. Za vse našteje kriterije je bil križanec ocenjen kot »odličen«. Izjema je bila pri kriteriju »eterična olja«, kjer je bil ocenjen kot križanec z nizko vsebnostjo eteričnih olj. Ta ocena je bila posledica nizkih vsebnosti alfa-humulena, beta-kariofilena, linaloola in majhnih količin eteričnega olja. Vendar to ni vplivalo na končno najboljšo modelno oceno v raziskavi, za katero je bila sestava in količina eteričnih olj ciljno manj pomembna.



**Slika 6:** Ocena žlahtniteljske kakovosti osnovnih kriterijev križanca 207/205.

### 4.2.3 Uporabna vrednost modela

Pričujoča raziskava ilustrira možnosti uporabe metode DEX pri modeliranju variantnih scenarijev za odločitve pri žlahtnjenju hmelja. Velja izpostaviti, da je za podrobnejšo analizo žlahtniteljske vrednosti križancev nujno potrebna nadaljnja nadgradnja modela. Prikazani primer je upošteval le manjši del kriterijev, ki jih sicer žlahtnitelj uporablja pri odločitvah v okviru razvoja novih sort. Prednost modela se je izkazala v možnosti hitre pridobitve mnenja o posameznih križancih v kolikor se uteži posameznih atributov spremenijo (npr. manjša pomembnost vsebnosti alfa-kislin pri izbiri aromatičnih sort), kar je iz vidika registracije sort in njihove nadaljnje pridelave lahko različnega pomena (odpornost na verticilijsko uvelost je ključnega pomena za posamezna območja pridelave, za določena območja pa manj). V kolikor bi model v prihodnje omogočal procesiranje bistveno večjega števila podatkov, kot so jih sposobni analizirati človeški možgani, bi bil lahko zelo uporaben pripomoček v žlahtniteljskih programih različnih kmetijskih rastlin.

## 5 VIRI

Antolin, D. Ocenjevanje travniških nasadov z metodama TB in DEX na področju vzhodnega Pomurja (diplomsko delo). Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in

- biosistemske vede, Maribor. 2010. Dostopno na: <https://dk.um.si/Dokument.php?id=13218> [2. 3. 2020].
- Bockstaller, C., Beauchet, S., Manneville, V., Amiaud, B. in Botreau, R. A tool to design fuzzy decision trees for sustainability assessment. *Environmental Modeling & Software*. 2017; 97: 130-144.
- Bohanec, M., Messean, A., Scatista, S., Angevin, F., Griffiths, B., Henning Krogh, P., Džerovski, S. A qualitative multi-attribute model for economic and ecological assessment of genetically modified crops. 2008. Dostopno na: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.lib.ukm.si/science/article/pii/S0304380008001063> [24. 8. 2020].
- Bohanec, M. DEXi: Program for multi-attribute decision making user's manual. 2015. Dostopno na: <https://kt.ijs.si/MarkoBohanec/pub/DEXiManual500.pdf> [7. 3. 2020].
- Bohanec, M., Rajkovič, V. Večparametrsko odločanje. 2020. Dostopno na: <https://kt.ijs.si/MarkoBohanec/org95/index.html> [7. 3. 2020].
- IHGC. Economic Commition - Summay Reports. International Hop Growers' Convention. Video call meeting. 9. 11. 2020. 27 p.
- IHPS. Podatki o hmeljnih površinah v Republiki Sloveniji iz RKG, po sortah. Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije. 4. 8. 2020; 2 s.
- Kandal, Z. Uporaba metodologije DEX pri odločitvi o nakupu traktorja (magistrsko delo). Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Maribor. 2015. Dostopno na: <https://dk.um.si/Dokument.php?id=70714> [2. 3. 2020].
- Nikoloski, T., Udovč, A., Pavlovič, M., Rajkovič, U. Farm reorientation assessment model based on multi-criteria decision making. *Computers and electronics in agriculture*. 2017; 140: 237-243.
- Pamič, S. Večparametrski modeli ocenjevanja travniških nasadov (magistrsko delo). Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Maribor. 2014. Dostopno na: <https://dk.um.si/Dokument.php?id=67644> [2. 3. 2020].
- Pavlovič, M., Čerenak, A., Pavlovič, V., Rozman, Č., Pažek, K., Bohanec, M. Development of DEX-HOP multi-attribute decision model for preliminary hop hybrids assessment. *Computers and electronics in agriculture*. 2011; 75(1): 181-189.
- Pažek, K., Rozman, Č., Borec, A., Turk, J., Majkovič, D., Bavec, M., Bavec, F. The use of multi criteria models for decision support on organic farms. *Biol. Agric. Hort.* 2006; 24(1): 73-89.
- Pažek, K., Turk, J., Hari, S., Rozman, Č., Prišenk, J. Multi-criteria and econometric evaluation of dairy products. 2014. Dostopno na: [https://www.researchgate.net/publication/262698034\\_Multi-criteria\\_and\\_econometric\\_evaluation\\_of\\_dairy\\_products](https://www.researchgate.net/publication/262698034_Multi-criteria_and_econometric_evaluation_of_dairy_products) [4. 3. 2020].
- Pozderec, S. Razvoj večkriterijskega modela za oceno načina pridelave zelenjave v zaščitenem prostoru (magistrsko delo). Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Maribor. 2012. Dostopno na: <https://dk.um.si/Dokument.php?id=48030> [2. 3. 2020].
- Prišenk, J., Rozman, Č., Pažek, K., Turk, J., Bohak, Z., Borec, A. A multi-criteria assessment of the production and marketing systems of local mountain food. *Renewable agriculture and food systems*. 2014; 29(4): 345-354.
- Rezaei, M.E., Barmaki, M., Veisi, H. Sustainability assessment of potato fields using the DEXI decision support system in Hamadan Provice, Iran. *Journal of integrative agriculture*. 2018; 17(11): 2583-2595.

- Rozman, Č., Potočnik, M., Pažek, K., Borec, A., Majkovič, D., Bohanec, M. A Multi-criteria assesment of tourist farm service quality. *Tourism management*. 2009; 30: 629-637.
- Rozman, Č., Grgić, Z., Maksimović, A., Čejvanović, F., Puška, A., Šakić Bobić, B. Multiple-criteria approach of evaluation of milk farm models in BiH. *Mljekarstvo: proizvodnja proučavanje i tehnologija mlijeka i mliječnih proizvoda*. 2016; 66(3): 206-214.