

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Branimir Tokić

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Hortikultura

Baze podataka u očuvanju biljnih genetskih resursa

Završni rad

Osijek, 2020.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Branimir Tokić

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Hortikultura

Baze podataka u očuvanju biljnih genetskih resursa

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. izv.prof.dr.sc. Sonja Petrović, mentor
2. izv.prof.dr.sc. Andrijana Rebekić, član
3. prof.dr.sc. Sonja Vila, član

Osijek, 2020.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Hortikultura

Završni rad

Branimir Tokić

Baze podataka u očuvanju biljnih genetskih resursa

Sažetak: U ovom radu opisana je izrada baze podataka temeljene na agronomskim i molekularnim podacima dijela gen kolekcije pšenice Fakulteta agrobiotehničkih znanosti. Za izradu baze podataka korišten je MS Access kojim su obrađena agronomska svojstva i molekularni markeri pšenice. Baze podataka genetskih resursa vrijedni su izvori genetske raznolikosti, koji mogu pomoći u suočavanju s budućim problemima globalne prehrambene sigurnosti uzrokovanim kontinuirano rastućom populacijom i klimatskim promjenama.

Ključne riječi: baza podataka, MS Access, biljni genetski resursi, pšenica, agronomska svojstva, molekularni markeri

25 stranica, 13 slika, 2 tablice

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Fakulteta Agrobiotehničkih znanosti u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta Agrobiotehničkih znanosti u Osijeku.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Undergraduate university study Agriculture, course Horticulture

BSc thesis

Branimir Tokić

Databases in preservation of plant genetic resources

Summary: This paper describes the creation of a database based on agronomic and molecular data of a part of the wheat gene collection of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences. MS Access was used to create the database, which processed agronomic traits and molecular markers of wheat. Genetic resource databases are valuable sources of genetic diversity, which can help address future global food security challenges caused by continuously growing populations and climate change.

Key words: database, MS Access, plant genetic resources, wheat, agronomic traits, molecular markers

25 pages, 13 pictures, 2 tables

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical sciences in Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical sciences in Osijek

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Baza podataka.....	1
1.2. Pšenica.....	1
1.3. Cilj rada	2
2. MATERIJALI I METODE.....	3
2.1. Način obrade podataka	3
2.2. Biljni materijal.....	3
2.3. Microsoft Office Access.....	6
3. REZULTATI I RASPRAVA	7
3.1. Važnost biljnih genetskih resursa	7
3.2. Agronomska svojstva pšenice	10
3.3. Rht i Ppd geni	10
3.4. Utjecaj gena i okoline na određena kvantitativna svojstva.....	11
3.5. Prednosti korištenja baze podataka.....	12
3.6. Izrada baze podataka u MS Accessu	12
4. ZAKLJUČAK.....	23
5. POPIS LITERATURE.....	24

1. UVOD

1.1. Baza podataka

Baza podataka je organizirani skup podataka smještenih u tablice (Živković, 2008.), a termin baza podataka je izvorno nastao unutar računalne industrije.

Baza podataka definira se i kao alat za prikupljanje i organizaciju podataka. One mogu pohraniti podatke o raznim osobama, proizvodima, narudžbama, karakteristikama i mnogo čemu drugome. Mnoge započinju kao popisi u programima za obradu teksta ili kao proračunske tablice. Kako popis raste, na njemu se pojavljuju zalihe i nedosljednosti među podacima. Podaci postaju teško razumljivi u obliku popisa, a manje je i načina pretraživanja ili izvlačenja podskupova podataka za pregled što je dovelo do potrebe bolje organiziranosti povezanosti i dostupnosti podataka. Računalna baza podataka jest spremnik objekata. Jedna baza podataka može sadržavati više od jedne tablice. Primjerice, sustav kojim se prati inventar i koji koristi tri tablice nisu tri baze podataka, nego jedna baza podataka koja sadrži tri tablice. Osim ako je posebno projektirana tako da koristi podatke ili kod iz drugog izvora, baza podataka programa Access svoje tablice pohranjuje u jednu datoteku zajedno sa svim objektima.

1.2. Pšenica

Pšenica (*Triticum aestivum* L. *spp. vulgare*) je jednogodišnja biljka iz porodice trava (Poaceae, Gramineae), s klasastim skupnim cvatom, koji se sastoji od pojedinačnih sjedećih klasića sastavljenih od 3 do 7 cvjetova. Uz kukuruz i rižu, jedan od najznačajnijih ratarskih usjeva. Primjenjuje se u prehrambenoj industriji za proizvodnju kruha, škroba, tjestenine, ulja, alkohola, itd. Također se upotrebljava u farmaceutskoj i konditorskoj industriji te se sporedni proizvodi mljevenja pšenice koriste za ishranu stoke (Martinčić i Kozumplik, 1996.). Pšenicu karakterizira visoki stupanj polimorfizma, tj. veliki broj varijeteta kultivara ili sorti, stoga se odlikuje širokim arealom rasprostranjenosti na šest kontinenata, u 2018. uzgajala se na preko 220 milijuna hektara (FAO, 2019). Prema podacima Državnog zavoda za statistiku u 2019. pšenica se u Republici Hrvatskoj uzgajala na oko 142 000 ha s prosječnim prinosom od 5,5 t/ha (www.dzs.hr).

Kvaliteta brašna, odnosno kruha i ostalih proizvoda najviše ovisi o kemijskom sastavu zrna. Vrsta pšenice, tehnologija proizvodnje te ekološki uvjeti uzgoja utječu na kemijski sastav zrna koje prosječno sadrži 66,4% ugljikohidrata, 13% bjelančevina, 3% celuloze, 1,5% masti, 1,7% mineralnih tvari i 14,4% vode. Prema načinu uzgoja, vrste i sorte pšenice dijele se na ozime i jare pšenice. Ozime pšenice se na Sjevernoj polutki uzgajaju u južnom i srednjem dijelu umjerenoga pojasa. Jare se pšenice uzgajaju u sjevernim područjima, na većim nadmorskim visinama i u suhim kontinentalnim krajevima, stoga što bolje podnose sušu i imaju kraće vegetacijsko razdoblje od ozimih pšenica.

Kroz dugu povijest uzgoja, s obzirom na poliploidnu prirodu pšenice te prirodna križanja kao i križanja i oplemenjivanja pšenice koja je obavljao čovjek, danas postoje različiti ekotipovi i velik broj varijeteta, a unutar njih još veći broj sorata pšenice. Glavni cilj oplemenjivanja pšenice, zbog sve većih potreba čovječanstva za hranom jest stvaranje stabilnih, visokorodnih i kvalitetnih sorata. Moderna tehnologija uzgoja pšenice podrazumijeva korištenje visokorodnih heksaploidnih pšenica sa stabilnim prinosom.

1.3. Cilj rada

Cilj ovoga rada je izraditi bazu podataka temeljenu na agronomskim i molekularnim podacima dijela gen kolekcije pšenice Fakulteta agrobiotehničkih znanosti.

MATERIJALI I METODE

2.1. Način obrade podataka

U ovom se radu obrađuju i uređuju ranije prikupljeni agronomski i molekularni podaci iz Microsoft Office Excela u baze podataka koristeći Microsoft Office Accessa. Baza podataka uključila je 50 genotipova pšenice iz gen kolekcije Fakulteta agrobiotehničkih znanosti. Korištenjem primarnih ključeva povezani su željeni podaci iz različitih tablica koji su uređeni u upite kojima se može pristupiti i koje se može uređivati u svakom trenutku. Za pregled prikaz i ispis podataka izrađeni su izvještaji.

2.2. Biljni materijal

Za izradu baze podataka obrađeni su podaci o 50 sorata pšenice koji su prikupljeni od Katedre za genetiku, oplemenjivanje bilja i sjemenarstvo kao dio projekta u tijeku Agrobiotehničkog fakulteta u Osijeku. Ulazni podaci uključivali su rezultate pokusa iz vegetacijske godine 2015. i odnose se na sljedeća agronomska svojstva: visina biljke, duljina klasa, broj klasića po klasu, broj zrna po klasu, masa 1000 zrna te urod zrna u t/ha (tablica 1). Ulazne podatke činili su i rezultati dobiveni PCR metodom koja je uključivala identifikaciju alela molekularnih markera za visinu biljke (Rht – Reduced Height genes) i fotoperiodizam (Ppd – Photoperod Response genes) (tablica 2). Od navedenih 50 sorata 20 je hrvatskih sorata. Ostale su podrijetlom iz Srbije, Mađarske, Italije, Austrije, Njemačke, Francuske, Rusije, Sjedinjenih Američkih Država, Meksika, Japana i Kine.

Tablica 1. Popis 50 sorata pšenice, podrijetlo, godina priznavanja i vrijednosti ispitivanih agronomskih svojstava

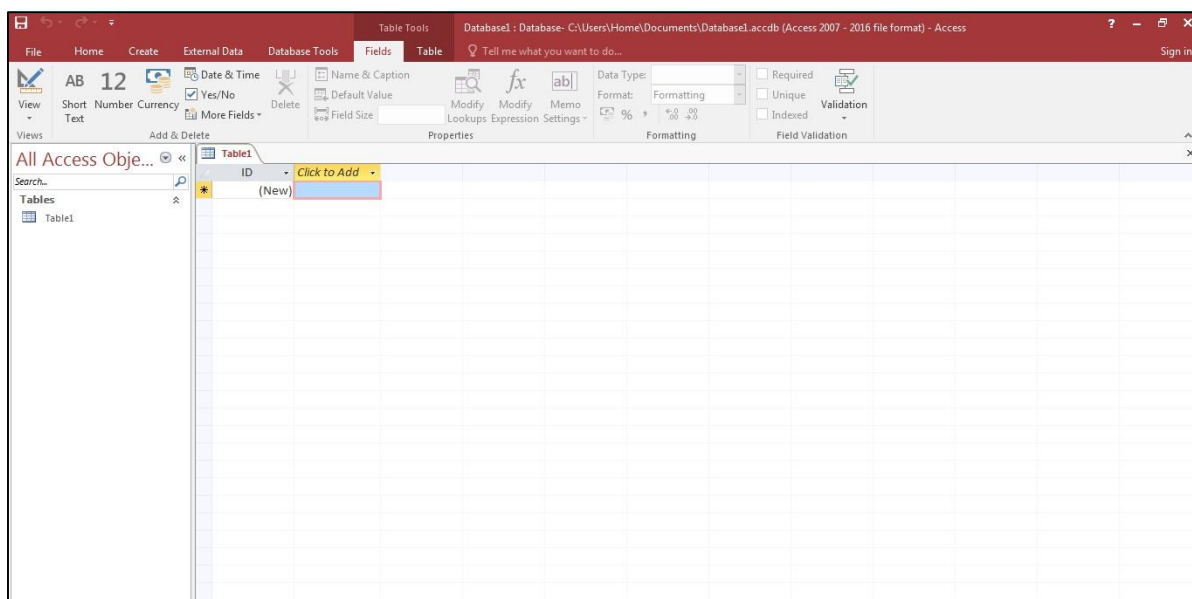
no.	no.2014/2	sorta	podrijetlo	vrsta	godina	visina bijke	duljina klasa	broj klasića	broj zrna/klasu	tkm	urod(t/ha)	broj dana do klasanja
1	2	U1	CRO	T. aestivum	1936	127,28	10,88	17,12	28,72	43,5	4,330	133
2	4	OSJEČKA 20	CRO	T. aestivum	1978	77,08	7,92	16,08	41,8	41,7	7,349	126
3	5	SLAVONIJA	CRO	T. aestivum	1984	70,88	7,92	17,2	45,68	38,3	7,931	126
4	6	ŽITARKA	CRO	T. aestivum	1985	75,64	6,80	17,32	42,76	48,6	8,276	128
5	7	SRPANJKA	CRO	T. aestivum	1989	62,00	6,92	17,28	40,76	39,1	9,427	121
6	8	DEMETRA	CRO	T. aestivum	1991	73,84	7,20	17,92	45,72	41,7	7,882	123
7	9	SUPERŽITARKA	CRO	T. aestivum	1997	76,56	6,08	17,76	43,44	50	7,488	128
8	10	LUCIJA	CRO	T. aestivum	2001	74,68	7,52	17,4	44,36	47	8,902	123
9	20	ZLATNA DOLINA	CRO	T. aestivum	1971	87,92	8,00	18,76	45,44	37,5	8,367	128
10	23	BARBARA	CRO	T. aestivum	1997	87,72	7,64	19,08	46,48	48	8,367	128
11	24	KATARINA	CRO	T. aestivum	2006	70,52	9,08	19	51,04	38,2	8,525	125
12	25	ALKA	CRO	T. aestivum	2003	73,92	7,12	18,52	40,36	39,8	9,032	126
13	43	NOVA ŽITARKA	CRO	T. aestivum	2010	81,72	9,36	17,64	35,44	47,7	8,140	126
14	53	SANA	CRO	T. aestivum	1983	73,44	9,00	20,24	60,88	47	7,734	127
15	59	PRIMA	CRO	T. aestivum	2001	87,48	7,84	16,16	41,92	52,8	9,377	128
16	68	GABI	CRO	T. aestivum	1999	78,40	8,28	16,68	41,56	46,8	6,765	124
17	93	DIVANA	CRO	T. aestivum	1995	103,44	7,64	15,88	33,44	45,1	6,652	129
18	94	CERERA	CRO	T. aestivum	1993	92,32	9,68	18,64	46,6	48,3	8,134	129
19	95	KOLEDA	CRO	T. aestivum	1998	89,32	8,96	17,92	49,04	44,3	8,611	132
20	98	KUNA	CRO	T. aestivum	1995	75,44	8,48	17,88	40,84	46	8,098	129
21	101	NS RANA 1	SRB	T. aestivum	1975	102,24	9,36	16,96	29,68	46,5	7,240	133
22	124	SIMONIDA	SRB	T. aestivum	2003	93,64	8,16	17,16	39,84	48,6	9,841	124
23	126	PEŠMA	SRB	T. aestivum	2009	86,08	10,68	17,44	44,04	46,2	8,779	128
24	131	RENSANSANSA	SRB	T. aestivum	1995	96,24	8,16	18,56	41	48,7	8,927	128
25	137	NIRVANA	SRB	T. aestivum	2004	109,44	14,32	21,2	44,28	56	2,162	140
26	174	IMV BÉRES	HUN	T. aestivum	2003	89,76	7,96	19,32	43,64	50,8	8,341	134
27	217	SAN PASTORE	ITA	T. aestivum	1940	101,64	7,04	17,68	42,96	49,2	7,857	129
28	218	LIBELLULA	ITA	T. aestivum	1965	95,44	7,60	16,48	40,6	47,6	6,872	125
29	233	ANTONIUS	AUT	T. aestivum	2006	109,30	8,58	18,28	39,92	49,3	8,611	134
30	236	LUDWIG	AUT	T. aestivum	2002	112,28	8,27	19,4	44,36	45,7	8,687	134
31	242	EXCLUSIV	AUT	T. aestivum	2009	104,88	8,31	17	28,12	49	8,276	134
32	245	EUROJET	AUT	T. aestivum	2005	112,20	9,31	18,12	40,76	49,6	7,894	142
33	251	ACHAT	AUT	T. aestivum	2005	108,48	9,88	19,08	36,68	38,3	6,611	137
34	256	SW MAXI	AUT	T. aestivum	2002	100,12	9,08	18,8	47,64	42,1	8,267	135
35	259	ALTOS	GER	T. aestivum	2000	99,84	8,88	19,52	48	39,1	7,885	136
36	260	DEKAN	GER	T. aestivum	1999	89,68	9,88	20,48	49,56	38,96	9,065	136
38	271	PARADOR	FRA	T. aestivum	2001	82,36	9,19	20,16	47,48	38,8	8,877	133
39	275	SOISSONS	FRA	T. aestivum	1987	82,52	7,19	15,88	39,72	43,9	9,627	130
37	276	BASTIDE	FRA	T. aestivum	2003	79,27	9,20	17,12	50,48	39,3	10,120	140
40	278	RENAN	FRA	T. aestivum	1989	96,64	8,76	16,92	36,32	54	8,624	133
41	283	AUBUSSON	FRA	T. aestivum	2002	82,48	8,66	18,96	44,88	41,4	8,314	130
42	287	CAPELLE DESPREZ	FRA	T. aestivum	1946	115,28	9,04	17,8	36,6	44,4	5,227	133
43	305	AVRORA	RUS	T. aestivum	1972	108,16	9,40	18,64	35,92	46,1	6,844	129
44	306	KAVKAZ	RUS	T. aestivum	1972	108,32	9,68	19,08	35,28	38,4	3,390	134
45	307	MIRONOVSKAYA 808	RUS	T. aestivum	1966	159,32	10,92	19,92	41,72	36,9	4,601	135
46	339	FLORIDA	USA	T. aestivum	1984	97,12	9,24	19,92	55,2	45	7,383	130
47	346	SIETE CERROS	MEX	T. aestivum	1966	96,08	11,88	17,24	50,24	39,7	6,873	125
48	348	NORIN 10	JPN	T. aestivum	1935	86,56	8,44	19,04	53,08	34,9	7,311	119
49	359	THATCHER	USA	T. aestivum	1934	108,04	8,44	16,08	28,76	32,3	4,291	132
50	364	CHINESE SPRING	CHN	T. aestivum	old	111,24	12,12	21,2	47,76	44,8	5,149	120

Tablica 2. Distribucija alelnih varijanti Rht-B1, Rht-D1 i Ppd-D1 lokusa u 50 sorata pšenice

no.	2014	sorta	podrijetlo	Rht-B1	Rht-D1	Rht8	Ppd-D1
1	2	U1	CRO	a	b	165 bp	b
2	4	Osječka 20	CRO	b	b	165 bp	a
3	5	Slavonija	CRO	b	b	192 bp	a
4	6	Žitarka	CRO	b	a	192 bp	a
5	7	Srpanjka	CRO	b	b	192 bp	a
6	8	Demetra	CRO	b	b	192 bp	a
7	9	Super Žitarka	CRO	b	b	192 bp	a
8	10	Lucija	CRO	b	a	192 bp	a
9	20	Zlatna Dolina	CRO	b	b	192 bp	a
10	21	Golubica	CRO	b	b	192 bp	a
11	22	Janica	CRO	b	b	192 bp	a
12	23	Barbara	CRO	b	b	192 bp	a
13	24	Katarina	CRO	b	a	192 bp	a
14	25	Alka	CRO	b	b	192 bp	a
15	43	N.Žitarka	CRO	b	b	174 bp	a
16	53	Sana	CRO	b	b	192 bp	a
17	59	Prima	CRO	b	b	192 bp	a
18	68	Gabi	CRO	b	b	192 bp	a
19	93	Divana	CRO	a	a	192 bp	a
20	94	Cerera	CRO	b	a	192 bp	a
21	95	Koleda	CRO	b	b	192 bp	a
22	98	Kuna	CRO	b	b	192 bp	a
23	101	NS Rana 1	SRB	a	b	192 bp	a
24	126	Pesma	SRB	b	b	174 bp	a
25	131	Renesansa	SRB	a	a	192 bp	a
26	137	Nirvana	SRB	b	b	165 bp	b
27	174	MV Beres	HUN	b	a	192 bp	a
28	217	San Pastore	ITA	a	a	192 bp	a
29	218	Libellula	ITA	a	b	192 bp	a
30	233	Antonius	AUT	a	a	196 bp	b
31	236	Ludwig	AUT	a	a	174bp	b
32	242	Exclusiv	AUT	a	a	174 bp	b
33	245	Eurojet	AUT	a	a	165 bp	b
34	251	Achat	GER	a	a	165 bp	b
35	256	SW Maxi	AUT	a	a	192 bp	b
36	259	Altos	DEU	a	a	192 bp	b
37	260	Dekan	GER	a	b	165 bp	b
38	271	Parador	FRA	b	b	174 bp	b
39	275	Soissons	FRA	b	a	174 bp	a
40	276	Bastide	AUT	a	ND	165 bp	b
41	278	Renan	FRA	b	a	192 bp	b
42	283	Aubusson	FRA	a	b	165 bp	b
43	287	Capelle D.	FRA	a	a	174 bp	a
44	305	Avrora	RUS	a	a	192 bp	a
45	306	Kavkaz	RUS	a	a	192 bp	a
46	307	Mironovskay	RUS	a	a	192 bp	a
47	339	Florida	SAD	a	a	174 bp	b
48	346	Siete C.66	MEX	b	b	192 bp	a
49	348	Norin 10	JAP	b	a	174 bp	a
50	359	Thatcher	CAN	a	a	165 bp	b
51	364	C.Spring	CHN	a	b	192 bp	b

2.3. Microsoft Office Access

Microsoft Access je program (Database Management System) američke tvrtke Microsoft koji služi za upravljanje relacijskim bazama podataka. Sastoji se od Microsoftovog mehanizma Jet za baze podataka (Microsoft Jet Database Engine) i grafičkog korisničkog sučelja. Dio je programskog paketa pod nazivom Microsoft Office. Access sprema podatke baze u vlastitom formatu, Access Jet Database Engine. Isto tako, može prebaciti ili ostvariti vezu s podacima u drugoj Access bazi, Excelu, SharePoint listama, tekstom, XML-om, Outlooku, dBaseu, Paradoxu, Lotusu itd. što ga čini višestruko korisnim alatom (Živković, 2008.). Objekti koji su korišteni za izradu baze podataka u MS Accessu su Tables (tablice) koje sadrže podatke, Queries (upiti) koji služe za pretraživanje pomoću odabranih parametara, Forms (obrasci) prikazuju podatke grafički, Reports (izvještaji) prikaz željenih podataka na prilagodljive pregledne načine, Pages (stranice) čine spoj obrazaca i izvještaja, Macros (makroi) služe za automatiziranje radnji te Modules (moduli) koji su kolekcija Visual Basic deklaracija. U ovom radu korištena je verzija MS Access 2016. (slika 1).



Slika 1. Sučelje MS Accessa

(foto original: B. Tokić)

2. REZULTATI I RASPRAVA

3.1. Važnost biljnih genetskih resursa

Biljni genetski resursi za hranu i poljoprivredu čine biološku osnovu za svjetsku prehrambenu sigurnost, te predstavljaju izvor koji poljoprivrednici i oplemenjivači bilja koriste za unapređivanje kvalitete i visine prinosa.

Tisućama godina su biljne vrste evoluirale i prilagođavale se okolini što je rezultiralo pojavom velike genetske raznolikosti. Kroz povijest se razvojem poljoprivrede genetska raznolikost dodatno mijenjala zbog utjecaja čovjeka u odabiru pojedinih biljaka s karakteristikama koje su bile od najveće koristi za različite ljudske potrebe. Današnja genetska raznolikost posljedica je kombinacije dugog procesa prirodne evolucije i rada generacija poljoprivrednika i oplemenjivača.

Tijekom prošlog stoljeća, potrebe modernog društva dovele su do znatnog razvoja genetike i oplemenjivanja, te širokog korištenja modernih ujednačenih i visokoprosinih sorti poljoprivrednog bilja. Stare, tradicionalne sorte i populacije sve više nestaju iz proizvodnje. Kao posljedica toga, smanjena je genetska raznolikost poljoprivrednog bilja, a time i genetska pričuva o kojoj ćemo ovisiti kako bismo zadovoljili nepredviđene potrebe budućih promjena u svijetu i društvu. Izgubljena biološka raznolikost ne može se više nadoknaditi.

Sve veće potrebe svjetske populacije za hranom predstavljaju velike izazove za modernu poljoprivredu. Potreban je razvoj novih sorti koje će imati velike prinose i imati sposobnost rasta u različitim uvjetima okoliša koji se konstantno i ubrzano mijenjaju uslijed klimatskih promjena. Raznolikost uključuje biljne vrste koje su od početka razvoja poljoprivredne proizvodnje prisutne na području današnje Republike Hrvatske, ali isto tako i biljne vrste koje su uslijed migracija stanovništva i razvoja poljoprivrede introducirane u naše krajeve (Kolak i Šatović, 1996.).

Ključnu ulogu u očuvanju, dostupnosti te korištenju širokog spektra biljne genetske raznolikosti za poboljšanje usjeva, a time i hranu i njezinu sigurnost imaju banke biljnih gena. One osiguravaju kontinuiranu dostupnost genetskih izvora za istraživanje, oplemenjivanje i poboljšanje dostupnog sjemena za održive poljoprivredne sustave (FAO, 2014.).

Kolak i Šatović (1995. prema Equinas-Alcazar 1994.) navode kako se klasifikacija biljnih genetskih izvora koje vrijedi prikupiti i proučiti može provesti na sljedeći način:

1. Kultivirane biljne vrste

- a) Komercijalne i zastarjele sorte ili kultivari
- b) Lokalne populacije/primitivni varijeteti
- c) Oplemenjivački materijal

2. Divlji biljni materijal

- a) Izravno upotrebljiv (divlje biljne vrste koje čovjek izravno upotrebljava, ali ih ne uzgaja)
- b) Upotrebljiv na neizravan način (divlji srodnici kulturnih biljnih vrsta koji se mogu upotrijebiti u procesu oplemenjivanja)
- c) Potencijalno upotrebljiv (biljne vrste koje se zasad ne koriste, ali s obzirom na njihova svojstva postoji mogućnost njihove eksploatacije u budućnosti).

U bankama biljnih gena čuvaju se „stare sorte“ ili lokalne populacije poljoprivrednog kulturnog bilja i divlji srodnici kultiviranih biljnih vrsta, koji često posjeduju korisne gene, naročito one odgovorne za otpornost na hladnoću i bolesti. Osim toga, određeni oplemenjivački programi često se prekidaju pa se nasljedna plazma takvih materijala čuva za eventualnu buduću uporabu u oplemenjivanju (Rukavina i sur., 1998.).

S obzirom na biljnu vrstu koju se nastoji sačuvati, razlikujemo nekoliko tipova banaka biljnih gena. Konvencionalne banke gena čuvaju uglavnom sjeme na niskim temperaturama uz mali postotak vlage. Ovisno o vrsti sjemena ono se može čuvati kratkoročno, srednjoročno ili dugoročno. Iako je ovo relativno jeftina metoda koja omogućava jednostavnu razmjenu genetskog materijala, glavni nedostatak konvencionalnih banki je taj što sjeme mnogih biljnih vrsta ne može biti dugoročno čuvano. Nemogućnost dugoročnog čuvanja sjemena pojedinih biljnih vrsta zahtjeva obnavljanje novim uzgojem, što opet iziskuje znatna materijalna sredstva kao i velike površine za uzgoj (Rukavina i sur., 1998.). Drugi tip banke gena je poljska kolekcija, odnosno „Field bank“. Na ovaj je način prema izvještaju FAO-a iz 1996. čuvano čak 527 tisuća primki. Glavna zadaća ovog tipa banke gena je čuvanje i obnavljanje onih biljnih vrsta kod kojih nije moguće čuvanje sjemena ili drugog oblika biljnog materijala na nijedan drugi način osim u njihovom prirodnom okruženju (tzv. *ex-situ*). Nedostatak ovakvog načina čuvanja jest vrlo otežana razmjena, prvenstveno zbog rizika prijenosa bolesti i štetnika tom razmjenom, održavanje je skupo, a istovremeno je biljni materijal prilikom samog čuvanja izložen raznim stresovima (Engelmann i Engels, 2002.). Treći i „najmlađi“ tip banke gena je *in vitro* kolekcija, korištena u posljednjih 30 godina. Pojedine biljne vrste ne

proizvode sjeme, razmnožavaju se isključivo vegetativno ili pak daju sterilne genotipove, stoga se takav biljni materijal ne može čuvati u konvencionalnim bankama gena. Najčešće korištene tehnike su održavanje kultura tkiva usporenim rastom za srednjoročno čuvanje i krioprezervacija za dugoročno čuvanje biljnog genetskog materijala. Također, eliminacija patogena kao prednost ovog tipa omogućuje čuvanje i razmjenu zdravog biljnog materijala (Rukavina i sur., 1998., Engelmann i Engels, 2002.).

Najveći repozitorij DNA sekvenci je Internacionalna kolaboracija baza podataka nukleotidnih sekvenci (International Nucleotide Sequence Database Collaboration). Od uvođenja naprednih „next-gen“ sekvencijskih tehnologija pohrana i korištenje ovih podataka postaje problem koji se rješava razvojem internacionalnih baza podataka kao što je Internacionalni sustav informacija o usjevima (International Crop Information System) (Lai K. i sur. 2012). U Njemačkoj, Gonzalez i sur. (2018.) obradili su i pripremili za korištenje podatke o ječmu prikupljene tijekom sedam desetljeća koristeći baze podatka. Navedeni podaci dio su Federalne *ex situ* genske banke za poljoprivredne i hortikulturne biljne vrste Leibniz instituta biljne genetike i istraživanja kulturnog bilja (The Genebank of the Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, IPK). „IPK“ baza podataka šesta je najveća u svijetu i uvelike pridonosi sprječavanju izumiranja vrsta i genetske erozije. Od 2011. godine podaci u „IPK“ bazi obrađuju se korištenjem osobnih digitalnih asistenata (Personal Digital Assistants) kojima su Philipp i sur. (2019.) uredili povijesne podatke o nekim svojstvima pšenice s ciljem omogućavanja javnosti lak pristup podacima. Informacijski sustav gen banke je online portal koji omogućuje pregledavanje podataka o sjemenu, a individualni uzorci mogu biti označeni i naručeni online ukoliko su ispunjeni uvjeti Sporazuma o standardnoj materijalnoj razmjeni. Češka Republika jedna je od prvih zemalja u kojoj su znanstvenici shvatili važnost biljnih genetskih resursa. Tijekom desetljeća prikupljena je kolekcija velikog raspona biljnih vrsta u tri institucije: Češko tehničko sveučilište (Czech Technical University), Moravski institut istraživanja tla (Moravian Land Research Institutes) i Poljoprivredno – botanička istražna postaja u Taboru (Agricultural-Botanical Research Station in Tábor). Banka gena u Institutu istraživanja usjeva (Crop Research Institute) u Pragu osigurava dugoročno čuvanje uzoraka sjemena za sve vrste koje se razmnožavaju sjemenom. U njoj se nalazi preko pedeset tisuća primki prikupljenih do 2008. godine, a dokumentaciju biljnih genetskih resursa osigurava Nacionalni informacijski sustav (Dotlačil i sur., 2008.) koji se sastoji se od tri povezane baze podataka: putovnica, karakterizacija / procjena i dokumentacija o pohrani genske banke.

3.2. Agronomska svojstva pšenice

U ovom radu u bazu podataka unesena su slijedeća agronomska svojstva pšenice: visina biljke, duljina klasa, broj klasića, broj zrna po klasu, masa tisuću zrna, urod po hektaru i broj dana do klasanja. Pšenica je široko rasprostranjeni usjev koji uspijeva od područja s umjerenom, suhom klimom do područja s vlažnom klimom. Široka rasprostranjenost moguća je zbog kompleksnosti genoma pšenice koja joj omogućava takvu plastičnost (Petrović i sur., 2009.). Navedena svojstva, uz okolišne uvijete, najznačajniji su pokazatelji uroda pšenice. Između različitih sorata pšenice može doći do velike varijabilnosti određenih svojstava. Na primjer, koeficijent varijacije za određena kvantitativna svojstva između sorata pšenice može se kretati od 1.96% za hektolitarsku masu do 19.1% za visinu biljke (Petrović i sur., 2009.). Takva varijabilnost omogućuje selekciju i hibridizaciju ovisno o oplemenjivačkom cilju (Mariš, 1998.), ali ujedno predstavlja i potrebu za pravilnim uređenjem podataka o navedenim svojstvima. Konstruiranjem preglednih baza podataka stvaraju se preduvjeti za lakše povezivanje uroda i određenih agronomskih svojstava kroz godine, te za tisuće potencijalnih korelacija koje će, između ostalog, doprinijeti očuvanju biljnih genetskih resursa.

3.3. Rht i Ppd geni

Rht geni kontroliraju visinu stabljike pšenice, identificirana su 22 takva gena i nalaze se na deset različitih kromosoma (Kang i sur., 2012.). Obzirom na reakciju na giberelinsku kiselinu podijeljeni su u dvije skupine. GA- neosjetljivi geni Rht-B1b i Rht-D1b, koji se nalaze na 4B i 4D kromosomu pšenice predstavljaju mutantni tip gena koji inhibiraju reakciju giberelina i na taj način smanjuju visinu stabljike (Hedden, 2003.). GA- osjetljivi gen Rht8 nalazi se na 2D kromosomu pšenice te je usko vezan za gen neosjetljivosti na fotoperiod Ppd-D1 (Korzun i sur., 1998.). Specifičnim mikrosatelitnim markerima omogućena je identifikacija i Rht-B1b i Rht-D1b gena u polupatuljastim sortama pšenica koje čine 95% današnjih komercijalnih pšenica. Rht-B1b i/ili Rht-D1b geni identificirani su u 70% polupatuljastih komercijalnih sorti (Hedden, 2003.).

Ppd geni kod pšenice određuju fotoperiodizam. Ppd-A1, Ppd-B1 i Ppd-D1 smješteni su na homolognim kromosomima 2A, 2B i 2D. Dominantne alelne varijante Ppd-D1a, Ppd-B1a i Ppd-A1a odgovorne su za neosjetljivost biljke na fotoperiod, a najjači utjecaj ima alel Ppd-

D1a koji je ujedno i najrašireniji u današnjem oplemenjivanju pšenice (Laurie i sur., 1995.). Geni odgovorni za reakciju biljke na duljinu dana moraju se identificirati i mapirati na genetskoj karti pšenice kako bi se mogli primijeniti u oplemenjivanju pšenice. To se postiže korištenjem mikrosatelitnih markera. Primjenu molekularnih markera u oplemenjivanju bilja nazivamo markerima potpomognutom selekcijom. U svrhu ispitivanja varijabilnosti Ppd gena i njihovih lokusa kreirane su specifične mikrosatelitne početnice za Ppd-D1 lokus (Beales i sur., 2007.), Ppd-B1 lokus i Ppd-A1 lokus (Seki i sur., 2013.).

3.4. Utjecaj gena i okoline na određena kvantitativna svojstva

Prinos je vrlo kompleksno kvantitativno svojstvo jer ga kontrolira velik broj minor gena koji su pod znatnim utjecajem okolišnih čimbenika (Martinčić i Kozumplik, 1996.). Broj klasova, broj zrna po klasu i prosječna masa zrna su svojstva kojima je određen prinos pšenice. Ta su svojstva međusobno u negativnom korelacijskom odnosu. Osim prinosa, danas oplemenjivači trebaju voditi brigu o svojstvima koja stvaraju otpornosti na biotske i abiotske oblike stresa. Adaptabilnost neke sorte je njegova sposobnost postizanja stalnih i ekonomski opravdanih prinosa u različitim okolišnim uvjetima u kojima se nalazi. U pšenice je adaptabilnost najčešće uvjetovana međudjelovanjem Rht gena za nisku stabljiku i Ppd gena za fotoperiodizam (Borojević, 1981.).

Pšenica pokazuje ubrzan metabolizam pri višim temperaturama. Više temperature uzrokovale su odumiranje bočnih vlati, smanjenje biomase te smanjenje broja fertilnih klasića što je uzrokovalo mali broj zrna po klasu. Gubitci prinosa pri višim noćnim temperaturama u petom periodu razvoja klasa pšenice posljedica su asimilacije ugljikovih atoma uslijed intenzivnije transpiracije biljaka noću (Garcia i sur., 2015.). Kod patuljastih sorata izraženija su svojstva prinosa kao broj zrna u klasu i broj vlati na jedinici površine. U odnosu na stabljiku sorata normalne visine, stabljika sorata koje posjeduju Rht gene je kraća, zbijenija i šireg promjera što ju čini pogodnijom za razvoj težeg klasa s više sjemenki. Pšenice niskog rasta manje zasjenjuju jedna drugu u gustom sklopu, u odnosu na pšenice normalne visine, što omogućava neometan razvoj većeg broja biljaka na jednakoj površini. Uz povećanje prinosa, otpornost na polijeganje je jedno od glavnih ciljeva oplemenjivača pšenice koji se postiže unošenjem Rht gena iz patuljastih sorata. Patuljaste sorte osjetljivije su na nedostatak vode za vrijeme vlatanja i klasanja kada se razvijaju cvjetni zametci i sam klas, no u uvjetima s povoljnim količinama vode, sorte s najnižim stabljikama imaju najbolji prinos.

Broj dana do klasanja kod pšenice uvjetovan je jarovizacijom, procesom u ranijim fazama razvoja biljke dok su izložene periodu niskih temperatura, te fotoperiodizmom biljke. Istraživanjem genetske konstitucije odgovorne za početak cvatnje pšenice na 12 indijskih sorata pokazano je da sorte genotipa Vrn-1 Ppd-D1a imaju najkraće vrijeme cvatnje što potvrđuje aditivni učinak između Vrn1 i Ppd-D1a gena. Za vrijeme dugih dana visoke su temperature ubrzale zriobu zrna, dok su u danima kraćim od 12 sati niske temperature odgodile početak cvatnje i usporile zriobe genotipova Vrn-1 Ppd-D1a (Kumar i sur., 2012.).

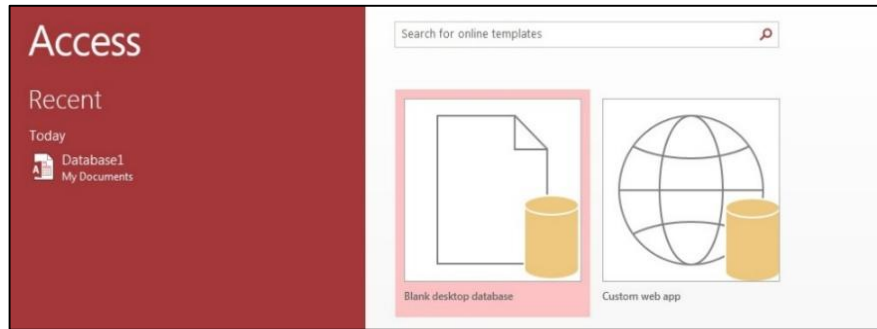
3.5. Prednosti korištenja baze podataka

Prednosti uređivanja podataka u računalnim bazama podataka su mnogobrojne. Neke od njih su smanjena mogućnost dupliranja podataka, olakšano pretraživanje, smanjena mogućnost greške pri unosu i čitanju podataka, jednostavno potencijalno buduće proširivanjem baze podataka novim podacima te mogućnost istovremenog pristupa podacima velikog broja korisnika.

3.6. Izrada baze podataka u MS Accessu

Baza podataka je kolekcija podataka pohranjena u računalnom sustavu koja omogućuje korisnicima brz i jednostavan pristup, ažuriranje i analiziranje podataka. Na početku kreiranja baze potrebno je odrediti objekte, njihove atribute i veze među njima. Objekti su entiteti o kojima se prikupljaju podaci, za potrebe ovog istraživanja podaci o različitim svojstvima različitih sorata pšenice. Atributi predstavljaju podatke o tim objektima koje unosimo u pojedine tablice (Tables). Svi podaci, npr. agronomska svojstva i molekularni markeri, unose se i pohranjuju u tablice koje se preko određenih relacija povezuju jedna s drugom ovisno o potrebi korisnika. Procesuiranje i selekcija podataka baziranih na željenim kriterijima čine se korištenjem upita (Queries). Izrazito je važno u baze podataka ubacivati samo korisne podatke koji već ne postoje u bazi. Podaci se ne upisuju direktno u tablice nego se koriste obrasci (Forms) koji omogućuju pregledno i jednostavno upravljanje novim podacima ili uklanjanje starih. U svrhu korištenja željenih podataka o nekoj sorti pšenice u tiskanom obliku koriste se izvještaji (Reports). Primarna funkcija izvještaja je pregledno izlistavanje željenih svojstava u tiskanom obliku.

Kreiranje baze podataka započinje odabirom opcije nova baza podataka (blank database) u početnom izborniku Accessa prilikom čega imenujemo samu bazu i odabiremo joj mjesto pohrane u računalu (slika 2).

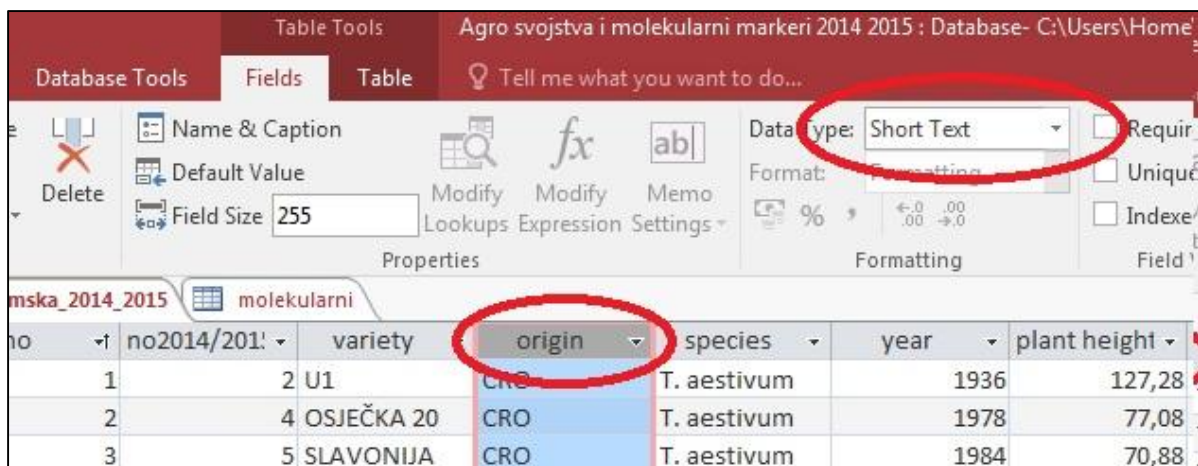


Slika 2. Kreiranje baze podataka, MS Access

(foto original: B. Tokić)

Odabirom opcije nova baza podataka otvara se grafičko sučelje Accessa s početnom prvom tablicom jednostavnog imena „Table“ koje možemo promijeniti u bilo kojem trenutku. Tablice su sastavljene od stupaca koje nazivamo polja (field) i redova (record). Polja koristimo za kategoriziranje podatka i svako polje imenujemo prikladno.

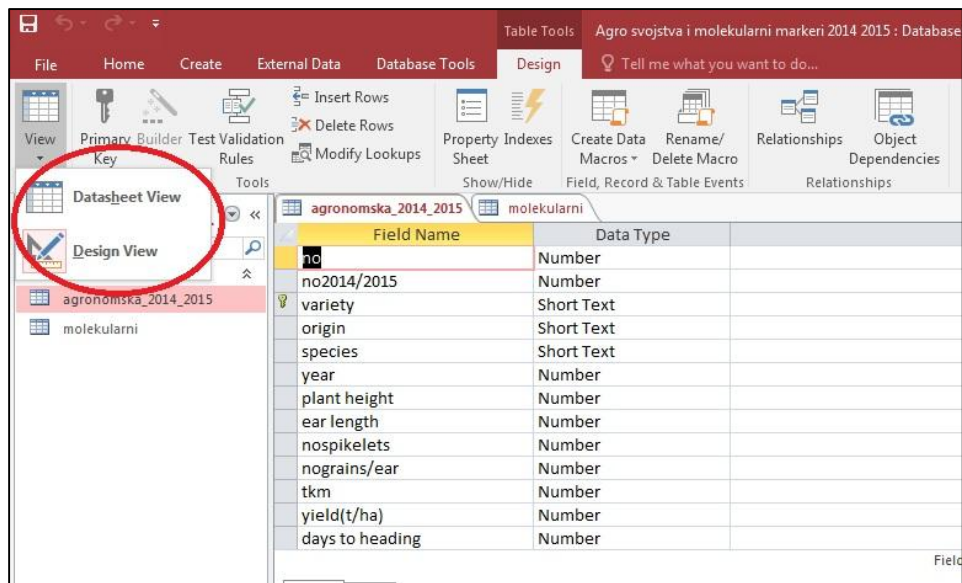
U ovom radu za polja su izabrani nazivi koji odgovaraju određenim agronomskim svojstvima kao što su visina ili podrijetlo biljke (slika 3). Prilikom unosa podataka u tablicu odabiremo vrstu podataka za određena polja. Tip podataka u jednom polju isti je za sve redove, a može biti kratki/dugi tekst (short/long text), broj (number), datum/vrijeme (date/time), valuta (currency), da/ne (yes/no) ili hiperveza (hyperlink).



Slika 3. Tipovi podataka, MS Access

(foto original: B. Tokić)

Pri unošenju podatka o agronomskim svojstvima i molekularnim markerima korišteni su „short text“ i „number“ tipovi podataka. Za daljnje unose u nova polja mogu se unositi podaci bilo kojeg tipa. Iako se podaci mogu unositi direktno u tablice u određena polja i redove, zbog preciznosti i preglednosti za unos novih podataka koriste se obrasci. Pri izradi baze bitno je u startu organizirati podatke u određene kategorije, a te kategorije postaju tablice u bazi. Stoga su agronomska svojstva i molekularni markeri odvojeni u zasebne tablice koje će se povezati željenim relacijama u daljnjoj izradi baze podataka. Svaki daljnji unosi trebaju pratiti isti princip. Pri kreiranju tablica iznimno je bitno imati ključne diferencijatore tj., naziv ili broj unikatan jednom objektu, između unosa „recorda“ kako ne bi došlo do postojanja objekata istog naziva. Za diferencijatore u ovoj bazi odabrani su nazivi sorata pšenice, tako da svako svojstvo za određenu sortu ili svaki marker pripada točno određenom objektu. Tako uređeni podaci omogućuju uvjete za daljnje povezivanje tablica, već postojećih ili novih, korištenjem primarnih ključeva. Za uređivanje tablice postoje dva pregleda, „Datasheet view“ i „Design view“. Design view moćan je alat koji omogućuje modificiranje strukture tablica (slika 4), prilagodbe imena polja, podataka u tablici i tip podataka.

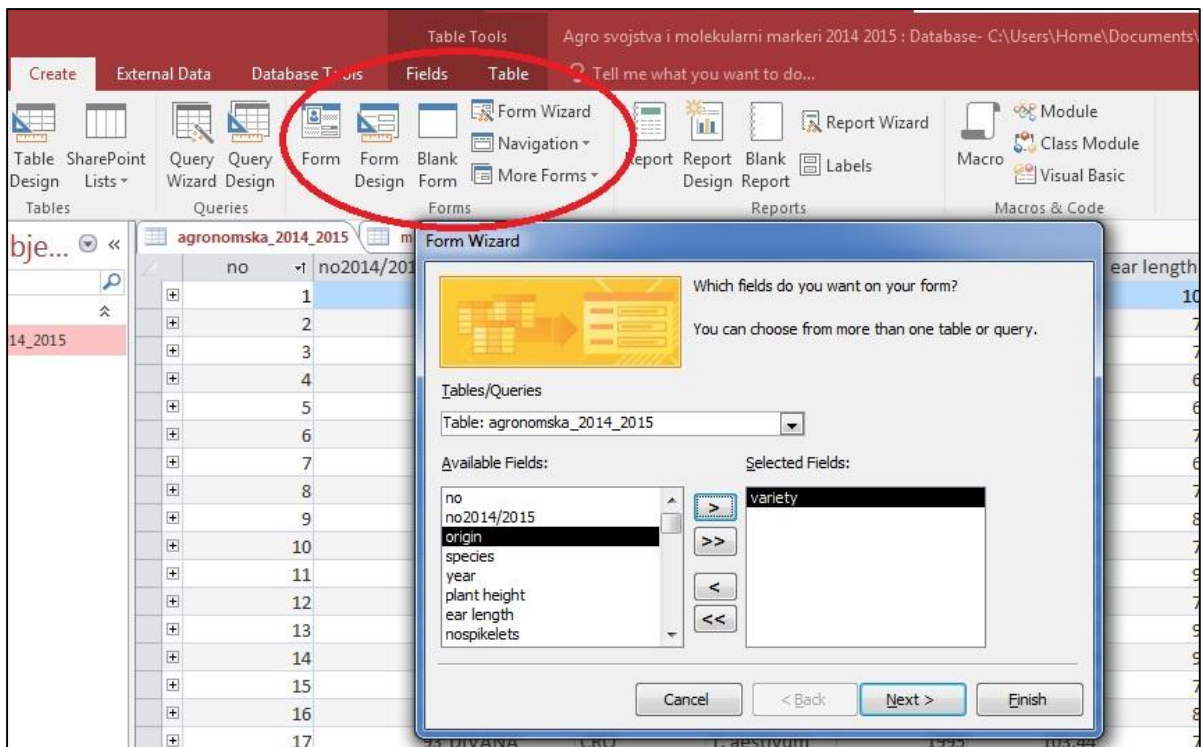


Slika 4. Modificiranje tablice, MS Access

(foto original: B. Tokić)

Ukoliko se mijenja struktura tablice prilikom izlaska iz Design view-a program će nam ponuditi opciju da spremimo učinjene promjene, a ako se mijenjaju ili unose podaci u tablicu ta opcija neće se pojaviti jer su struktura tablice i podaci u tablici pohranjeni na različitim mjestima. Navedeno svojstvo MS Accessa omogućuje da na istoj bazi podataka radi više osoba istovremeno unoseći i modificirajuće željene podatke.

Podaci se u bazu primarno unose koristeći i obrasce (Form). Obrasci su sigurnija i više „user friendly“ opcija od upisivanja podataka direktno u tablicu što može dovesti do brisanje pojedinih podataka, polja ili „recorda“. Za kreiranje obrasca ulazimo u kraticu Stvaranje (Create) u kojoj biramo dio trake obrazac (Forms) u kojem postoji nekoliko načina kreiranja obrasca: obrazac (Form), dizajn obrasca (Form design) i čarobnjak za obrasce (Form Wizard) (slika 5).



Slika 5. Kreiranje obrasca, MS Access

(foto original: B. Tokić)

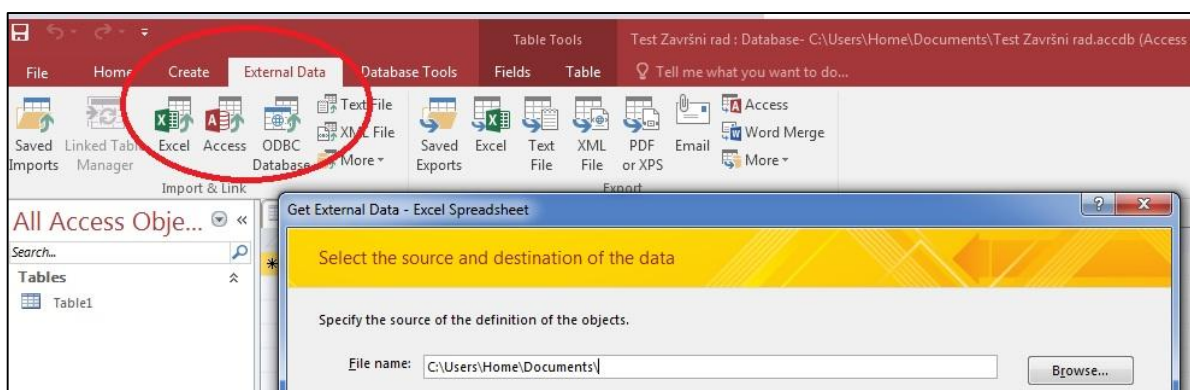
Za uređivanja podataka u ovom radu korištena je opcija „Form Wizard“. Opcija „Form wizard“ omogućuje komuniciranje sa sustavom u kojem je izabrana tablica „agronomska_2014_2015“ te polje sorta kako bi se unesenim objektima mogli pridodati primarni ključevi ili kako bi se modificirali tipovi unosa nekih podataka. Prilikom završenog odabira polja koja želimo modificirati u određenoj tablici svakom obrascu dajemo ime. Sučelje obrasca može se prilagoditi opcijom „Design form“ po želji i potrebi korisnika (slika 6). Prilikom izrade ove baze podaci o agronomskim svojstvima prikupljeni su ranije u obliku tablica u MS Office-u, no po potrebi im se lako pristupa korištenjem obrazaca. Ukoliko nas zanima odnos samo nekih svojstava kao što su visina biljke i urod, dizajnom obrazaca možemo pregledati i modificirati željene podatke na siguran i pregledan način.

Form 1	
variety	OSJEČKA 20
plant height	77,08
yield(t/ha)	7,349

Slika 6. Primjer obrasca, MS Access

(foto original: B. Tokić)

MS Access može ostvariti vezu i koristiti podatke iz MS Office-a, stoga već kreirane tablice korištenjem opcije vanjski podaci (External data) Excel možemo prebaciti u MS Access (slika 7).



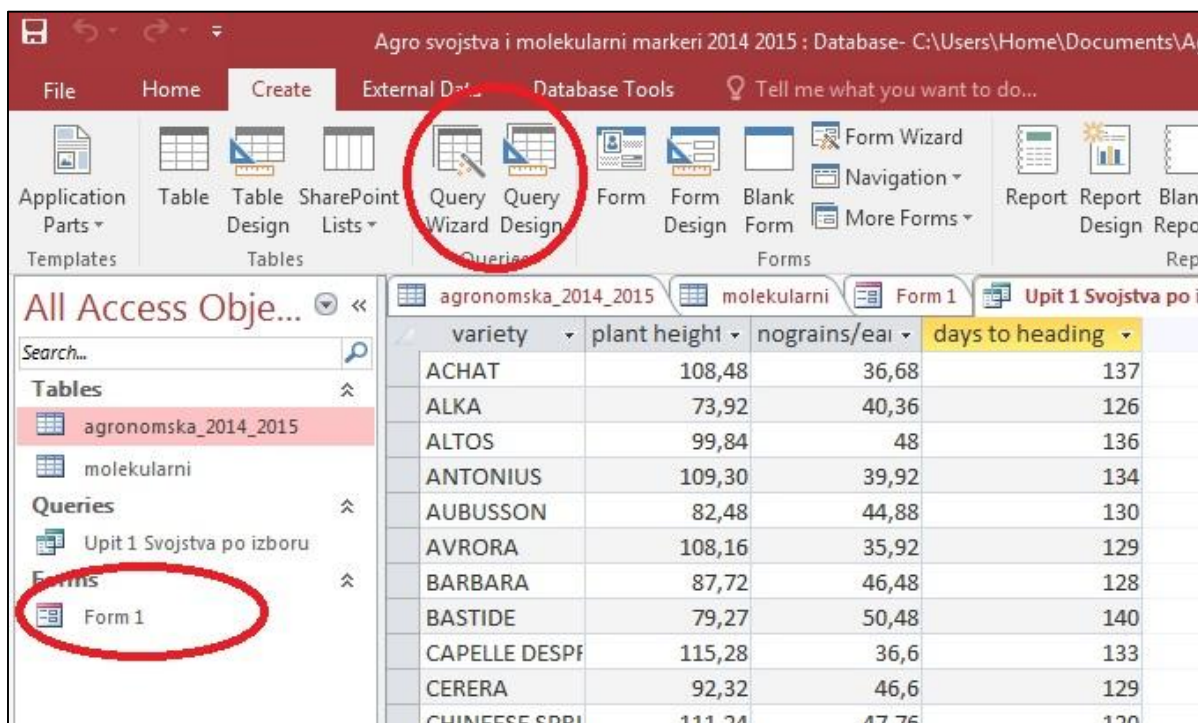
Slika 7. Uvoz tablica iz MS Office-a u MS Access

(foto original: B. Tokić)

Ova opcija omogućuje povezivanje svih podataka o genetskim resursima Fakulteta agrobiotehničkih znanosti prikupljenih kroz godine i organizirane u tablice koristeći MS Office.

Selekcija i izlistavanje željenih podataka iz tablica baze podataka vrši se korištenjem upita (Queries). Upiti se stvaraju birajući opciju Stvaranje u glavnom sučelju te odabirom opcije

upiti (Queries), čarobnjak za upite (Query wizard). Upiti ne pohranjuju podatke, upiti pohranjuju parametre kojima selektiramo željene podatke o objektima u tablicama. Na primjer, korištenjem upita možemo pristupiti samo onim svojstvima pšenice koja nam trebaju u danom trenutku bez da pretražujemo nepregledne tablice.



Slika 8. Kreiranje Upita, MS Access

(foto original: B. Tokić)

Slika 8 prikazuje odabir svojstva visine biljke, broja zrna po klasu i broj dana do klasanja svih sorata. Na ovaj način koristimo samo podatke koji su vezani za ta svojstva dok su svi ostali i dalje pohranjeni u tablicama baze podataka, no nisu vidljivi u ovom upitu. U slučaju dodavanja novih podataka u tablice korištenjem obrazaca, svi novi ili promijenjeni podaci automatski će se promijeniti u već stvorenim upitima, ali upit će i dalje pokazivati željena polja i objekte u njima.

Ukoliko je potrebno podatke ili dio podataka prikazati u tiskanom i za čitanje prilagođenom obliku koristi se opcija izvještaj (Report). Izvještaje kreiramo koristeći opciju Stvaranje zatim jednu od opcija u „Report“ dijelu, a u ovom radu korištena je opcija čarobnjak za izvješća

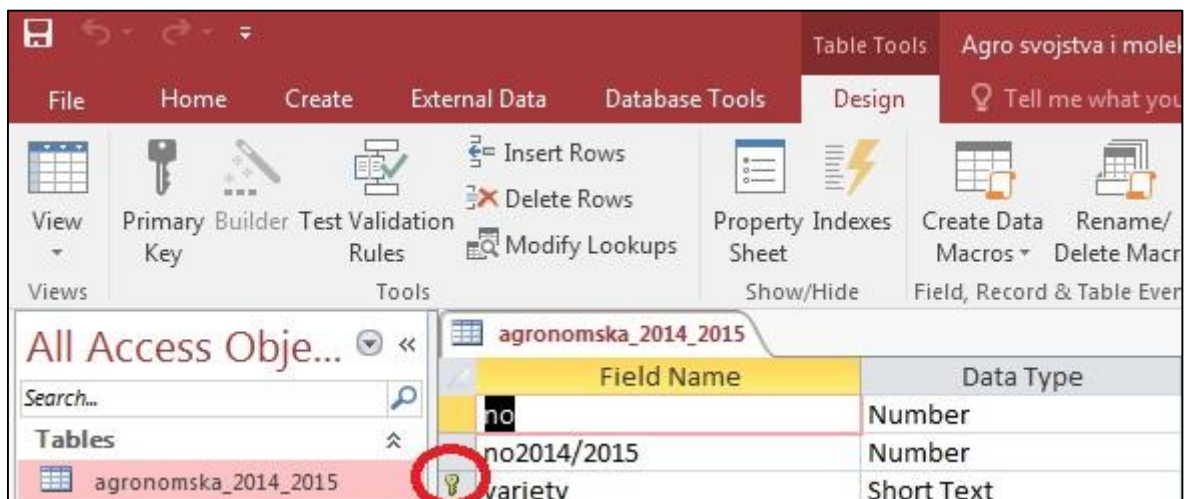
(Report wizard) zbog višestrukih pogodnosti i jednostavnosti. Izgled izvještaja može se prilagoditi po želji koristeći „Design view“ (slika 9).

Upit 2 Svojstva za Izvještaj				
no	variety	origin	nospike lets	yield(t/ha)
1	U1	CRO	17,12	4,330
2	OSJEČKA 20	CRO	16,08	7,349
3	SLAVONIJA	CRO	17,2	7,931
4	ŽITARKA	CRO	17,32	8,276
5	SRPANJKA	CRO	17,28	9,427
6	DEMETRA	CRO	17,92	7,882
7	SUPER ŽITARKA	CRO	17,76	7,488
8	LUCIJA	CRO	17,4	8,902
9	ZLATNA DOLINA	CRO	18,76	8,367
10	BARBARA	CRO	19,08	8,367
11	KATARINA	CRO	19	8,525
12	ALKA	CRO	18,52	9,032
13	NOVA ŽITARKA	CRO	17,64	8,140
14	SANA	CRO	20,24	7,734
15	PRIMA	CRO	16,16	9,377

Slika 9. Izvještaj, MS Access

(foto original: B. Tokić)

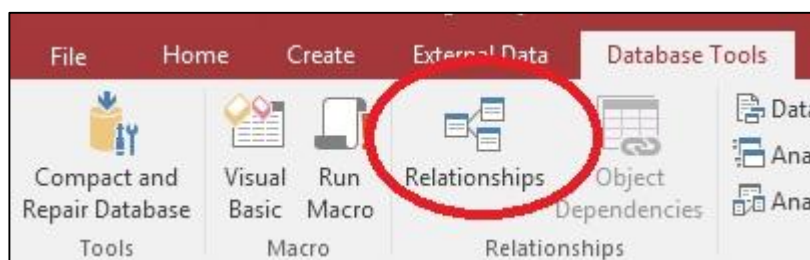
Relacijske baze podataka zahtijevaju da su tablice koje ih sačinjavaju povezane. Povezivanje tablica u MS Accessu vrši se definiranjem veza između tablica korištenjem primarnih i stranih ključeva (slika 10).



Slika 10. Primarni ključ, MS Access

(foto original: B. Tokić)

Ključni uvjet povezivanja tablica u bazi podataka je pravilan dizajn samih tablica. U ovom radu za povezivanje tablica korištena su polja „sorte“ kao primarni ključ te je kreirana primjer tablica u kojoj je definiran strani ključ. Odabirom opcije alati za baze podataka (Database tools) iz izbornika odaberemo opciju odnosi (Relationships) kojom definiramo poveznice među tablicama (slika 11).

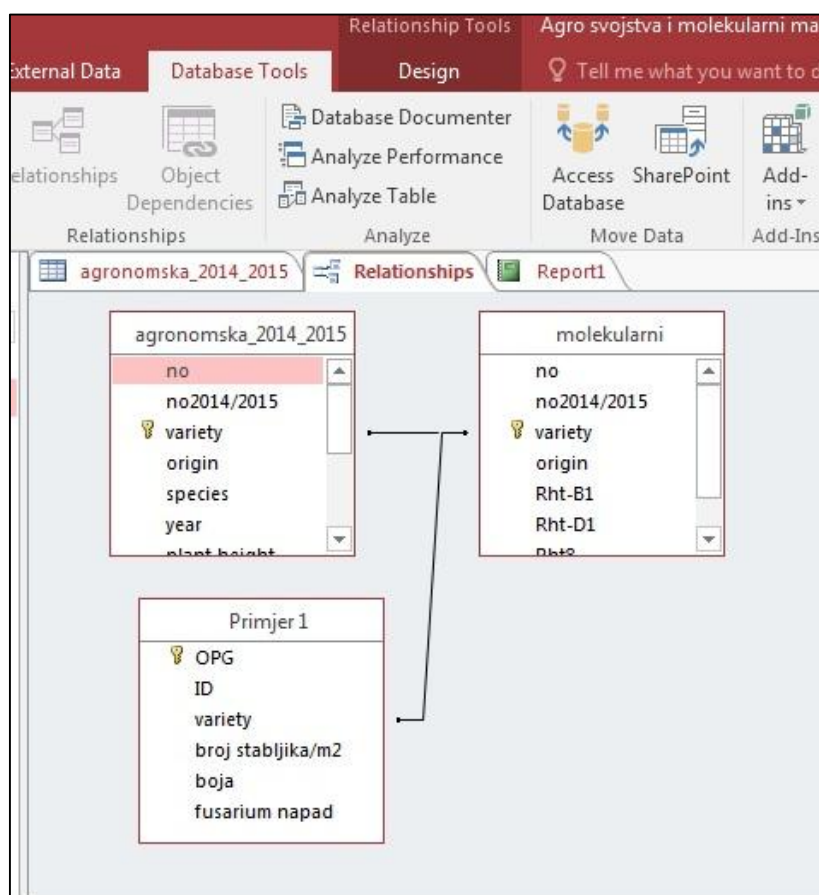


Slika 11. Kreiranje veze između tablica MS, Access

(foto original: B. Tokić)

Unutar „Relationship“ sučelja primarne ključeve tablice koje želimo povezati povlačenjem miša spajamo sa sekundarnim ključevima željenih tablica na način da spojimo polja istih naziva. Tablice „agronomska_2014_2015“ i „Primjer1“ povezani su preko polja sorte

(Variety). Nakon ostvarene relacije otvaramo izbornik u kojem uređujemo tip veze u tip „One to many“ što omogućuje da svaka sorta pšenice bude povezana s višestrukim brojem tablica koje opisuju velik broj svojstava tijekom niza godina (slika 12). U slučaju da je potrebno obrisati tablicu sa sortama pšenice iz bilo kojeg razloga, opcijom prisilnog integriteta može se postići da se brisanjem jedne tablice obrišu sve tablice povezane s istom.



Slika 12. Relacijske tablice (primjer), MS Access

(foto original: B. Tokić)

Povezivanja tablica unutar baze podataka najvažniji je korak u izradi baze i mora u početku biti dobro osmišljen. Samo povezivanje može se napraviti prije unosa podataka o objektima. Nakon povezivanja tablica moguće je izrađivati upite, obrasce i izvještaje koji povlače podatke iz svih povezanih tablica za bilo koje svojstvo u bilo kojem trenutku (slika 13).

The screenshot shows the Microsoft Access interface with a combined query view titled 'Kombinirani Upit'. The left sidebar shows a navigation pane with sections for Tables, Queries, Forms, and Reports. The main area displays a table with the following data:

no	variety	ear length	plant height	Rht-B1	Rht-D1	Ppd-D1	fusarium napad
1	U1	10,88	127,28	a	b	b	<input checked="" type="checkbox"/>
2	OSJEČKA 20	7,92	77,08	b	b	a	<input type="checkbox"/>
3	SLAVONIJA	7,92	70,88	b	b	a	<input type="checkbox"/>
4	ŽITARKA	6,80	75,64	b	a	a	<input type="checkbox"/>
5	SRPANJKA	6,92	62,00	b	b	a	<input checked="" type="checkbox"/>
6	DEMETRA	7,20	73,84	b	b	a	<input type="checkbox"/>
7	SUPER ŽITARKA	6,08	76,56	b	b	a	<input checked="" type="checkbox"/>
8	LUCIJA	7,52	74,68	b	a	a	<input checked="" type="checkbox"/>
9	ZLATNA DOLIN	8,00	87,92	b	b	a	<input checked="" type="checkbox"/>
10	BARBARA	7,64	87,72	b	b	a	<input type="checkbox"/>
11	KATARINA	9,08	70,52	b	a	a	<input type="checkbox"/>
12	ALKA	7,12	73,92	b	b	a	<input type="checkbox"/>
13	NOVA ŽITARKA	9,36	81,72	b	b	a	<input checked="" type="checkbox"/>
14	SANA	9,00	73,44	b	b	a	<input type="checkbox"/>
15	PRIMA	7,84	87,48	b	b	a	<input type="checkbox"/>
16	GABI	8,28	78,40	b	b	a	<input checked="" type="checkbox"/>
17	DIVANA	7,64	103,44	a	a	a	<input type="checkbox"/>
18	CERERA	9,68	92,32	b	a	a	<input type="checkbox"/>
19	KOLEDA	8,96	89,32	b	b	a	<input checked="" type="checkbox"/>
20	KUNA	8,48	75,44	b	b	a	<input type="checkbox"/>

Slika 13. Upit za vezane tablice, MS Access

(foto original: B. Tokić)

Slično kao u navedenom primjeru za ispis podataka, podaci se mogu istovremeno i upisivati u više tablica ako su povezane, koristeći obrasce. Koristeći „Form wizard“ odaberemo polja koja su korištena kao primarni ključ i stvorimo obrazac koji sadrži više podobrazaca. Svim povezanim tablicama može istovremeno pristupiti više osoba te koristiti ili upisivati podatke o objektima unutar samih tablica.

3. ZAKLJUČAK

Kroz godine razvoja poljoprivrede i oplemenjivanja bilja paralelno se razvijala i potreba za informacijskim sustavom koji će pohraniti i analizirati podatke višegodišnjih istraživanja. Iz ovog rada može se zaključiti da je osnova svakog informacijskog sustava baza podataka koja sadrži sve podatke potrebne za uspješan daljnji razvoj i očuvanje prijašnjih prikupljenih znanja. Genetske banke su vrijedni izvori genetske raznolikosti, koji mogu pomoći u suočavanju s budućim problemima globalne prehrambene sigurnosti uzrokovanim kontinuirano rastućom populacijom, stagnacijom prinosa i klimatskim promjenama. Baze podataka temelj su očuvanja biljnih genetskih resursa jer njima čuvamo i organiziramo velike količine podataka kojih je u 21. stoljeću svakih danom sve više i bitno je razlučiti korisne od nekorisnih, suvišnih podataka. Ovaj rad pokazao je da je program MS Access dovoljno moćan alat kojim se podaci gen kolekcije Fakulteta agrobiotehničkih znanosti mogu organizirati u jedinstvenu bazu podataka. Baza podataka u ovom radu eksperimentalna je baza kojom je pokazano da bi tako uređen sustav bio temelj daljnjih istraživanja te bi kolekcija podataka o genetskim resursima bila pohranjena na neodređeno vrijeme što osigurava očuvanje biljnih genetskih resursa.

4. POPIS LITERATURE

1. Beales, J., Turner, A., Griffiths, S., Snape, J.W., Laurie, D.A. (2007.): A pseudoresponse regulator is misexpressed in the photoperiod insensitive Ppd-D1a mutant of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 115(5): 721-733
2. Borojević S. (1981.): *Principi i metodi oplemenjivanja bilja*, Ćirpanov, Novi Sad. 386
3. Dotlačil, L., Faberová, I., Stehno, Z. (2008.): *Plant Genetic Resources in the Czech Republic*; Crop Research Institute, Prague-Ruzyně, Czech Republic, *Czech J. Genet. Plant Breed*, 44(4): 129–139
4. Ellis, M., Spielmeyer, W., Gale, K. et al. (2002.): Perfect markers for the Rht-B1b and Rht-D1b dwarfing genes in wheat. *Theor Appl Genet* 105: 1038–1042
5. Engelmann, F., Engels, J. (2002). *Technologies and strategies for ex situ conservation*, Rome, Italy, 89-104.
6. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2014): *Genebank standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*, Rome, Italy.
7. Garcia, G.A., Dreccer ,M.F., Miralles, D., J., Serrago, R.A. (2015.): High night temperatures during grain number determination reduce wheat and barley grain yield: a field study. *Global Change Biology* 21: 4153-4164
8. Gonzalez, M., Weise, S., Zhao, Y., Philipp, N., Arend, D., Börner, A., Oppermann, M., Graner, A., Reif, J., Schulthess, A. (2018.): Unbalanced historical phenotypic data from seed regeneration of a barley *ex situ* collection. *IPK Gatersleben, Theoretical and Applied genetics. Theoretische und Angewandte Genetik*, 131(9): 2009-2019
9. Hedden, P. (2003.): The genes of the Green Revolution. *Trends in Genetics*, 19 (1): 5-9
10. Kang, H.Y., Lin, L.J., Song, Z.J., Yuan, J.Y., Zhong, M.Y., Zhang, H.Q., Fan, X., Sha, L.N., Wang, Y., Xu, L.L., Zeng, J., Zhou, Y.H. (2012.): Identification, fine mapping and characterization of Rht-dp, a recessive wheat dwarfing (reduced height) gene derived from *Triticum polonicum*. *Genes & Genomics*, 34(5): 509-515
11. Kolak I., Šatović Z. (1995.): *Hrvatska banka biljnih gena: stanje i mogućnosti*. *Sjemenarstvo*, 12(95)6: 451-464.
12. Kolak I., Šatović Z. (1996.): *Očuvanje biljnih genetskih izvora*, Agronomski fakultet sveučilišta u Zagrebu, stručni rad
13. Korzun, V., Röder, M.S., Ganal, M.W., Worland, A.J., Law, C.N. (1998.): Genetic analysis of the dwarfing gene (Rht8) in wheat. Part I. Molecular mapping of Rht8 on the

- short arm of chromosome 2D of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Theoretical and Applied Genetics, 96(8): 1104-1109
14. Kumar, S., Sharma, V., Chaudhary, S., Tyagi, A., Mishra, P., Priyadarshini, A., Singh, A. (2012.): Genetics of flowering time in bread wheat *Triticum aestivum*: 37 complementary interaction between vernalization-insensitive and photoperiodinsensitive mutations imparts very early flowering habit to spring wheat. Journal of Genetics, 91:33-47
 15. Lai K., Lorenc M., Edwards D. (2012.): Genomic Databases for Crop Improvement. Agronomy, 2: 62-73;
 16. Laurie, D. A., Pratchett, N., Bezant, J. H., Snape, J. W. (1995.): RFLP mapping of five major genes and eight quantitative trait loci controlling flowering time in winter x spring barley (*Hordeum vulgare* L.) cross. Genome, 38: 575-585.
 17. Mariš, S. (1998): Varijabilnost komponenti prinosa zrna kod novih genotipova ozime pšenice. Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku
 18. Martinčić J., Kozumplik V. (1996.): Oplemenjivanje bilja, Poljoprivredni fakultet Osijek, Agronomski fakultet Zagreb, Zagreb
 19. Petrović, S., Marić, S., Guberac, V., Drezner, G., Eđed, A. (2009.): Varijabilnost kvantitativnih svojstava germplazme ozime pšenice. 44. hrvatski i 4. Međunarodni simpozij agronoma, Opatija, Hrvatska, zbornik radova: 365 – 369
 20. Philipp, N., Weise, S., Oppermann, M. et al. (2019): Historical phenotypic data from seven decades of seed regeneration in a wheat ex situ collection. Sci Data 6, 137
 21. Rukavina H., Kolak I., Šatović Z. (1998): Biotehnologija u očuvanju biljnih genetskih izvora; Sjemenarstvo 15(98)3-4; Izlaganje na znanstvenom skupu, Agronomski Fakultet Zagreb
 22. Seki M. i sur. (2013.): Distribution of photoperiod-insensitive allele Ppd-A1a and its effect on heading time in Japanese wheat cultivars. Breeding Science, 3: 405- 412
 23. Vlada Republike Hrvatske (2017.): Nacionalni program očuvanja i održive uporabe biljnih genetskih izvora za hranu i poljoprivredu u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2017. do 2020. godine, Zagreb
 24. Živković S. (2008.): Microsoft Access, relacijske baze podataka. Alegebra, Zagreb. 223
 25. https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2019/01-01-13_01_2019.htm
 26. <https://support.microsoft.com/hr-hr/office/osnove-baza-podataka-a849ac16-07c7-4a31-9948-3c8c94a7c204>
 27. Pšenica. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2020. <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=50972>

28. <https://www.ipk-gatersleben.de/en/gbisipk-gaterslebendegbis-i/>