



Kmetijski inštitut Slovenije

Žlahtnjenje kmetijskih rastlin v luči podnebnih sprememb

Vladimir MEGLIČ

Žlahtnjenje rastlin

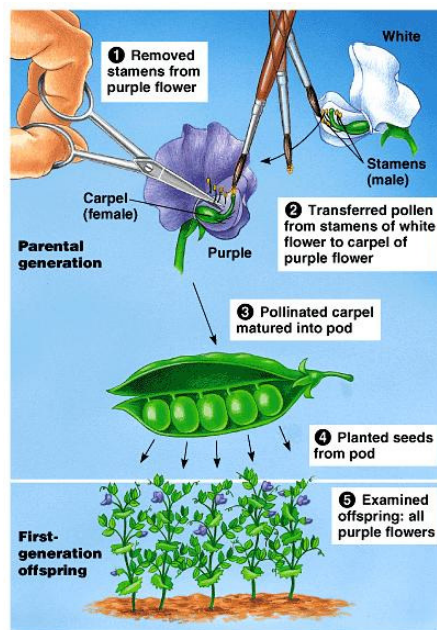
= človekova izbira najboljših rastlin iz raznolike populacije



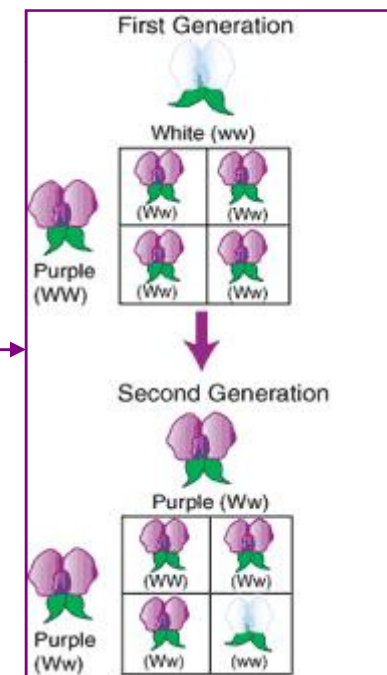
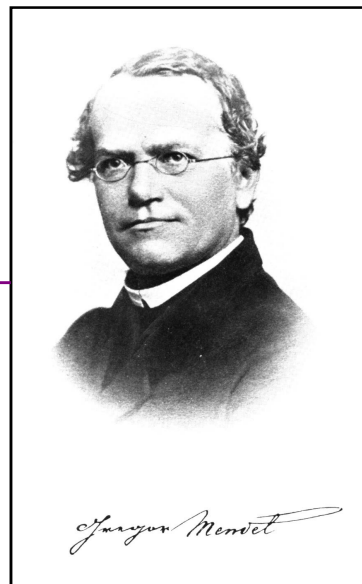
Naraščajoče število ljudi, spremembe podnebja, nove rastlinske bolezni in škodljivci so vedno zahtevali ustvarjanje novih, odpornejših in produktivnejših sort obstoječih rastlinskih vrst ali pa uvajanje popolnoma novih (od drugod prinesenih ali pa divjih) vrst.

Današnje sorte večine tradicionalnih kultiviranih rastlinskih vrst so v večini primerov posledica več tisočletij trajajočega procesa žlahtnjenja.

- ❖ Dolga stoletja so metode žlahtnjenja temeljile na bolj ali manj naključnih križanjih in odbiri ter razmnožitvi pridelovalcu najprimernejših rastlin.
- ❖ O znanstvenem pristopu k žlahtnjenju lahko govorimo od konca 19. stol. dalje, ko so odkrili zakone genetike in jih vse bolj začeli uporabljati v sistematičnem pristopu k žlahtnjenju rastlin.



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.



Osnovi cilj žlahtnjenja rastlin je oblikovanje novih, produktivnejših, za človeka koristnejših in za okolje prijaznejših sort.

Proces žlahtnjenja sestavljajo trije osnovni deli:

- ❖ ustvarjanje genetske raznolikosti,
- ❖ selekcija ali odbira najboljših osebkov iz genetsko raznolikih populacij,
- ❖ realizacija sorte (testiranje in razmnoževanje izbranih osebkov, stabilizacija genetske raznolikosti, potrjevanje, vzdrževanje in razširjanje sorte).

Različne oblike stresa

- **Biotski stres**

- bolezni (glive, bakterije, virusi),
- škodljivci,
- pleveli,....

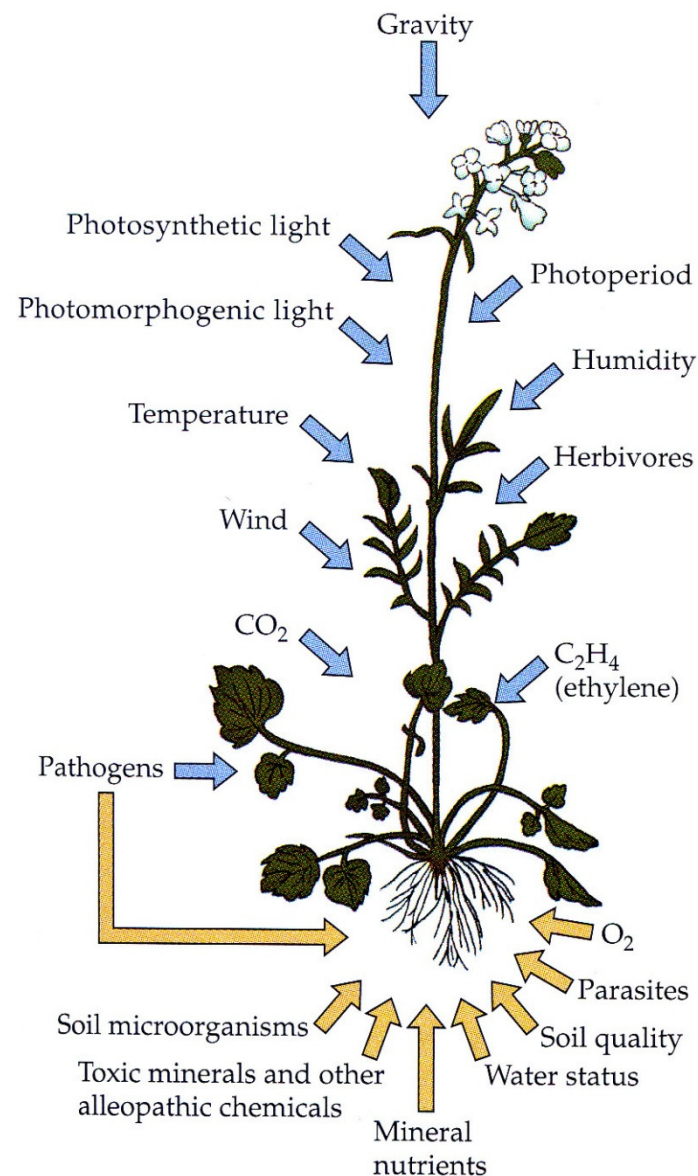
- **Abiotiski stres**

- suša,

- poplave,
 - slanost,
 - mraz, vročina,
 - UV sevanje, oksidativni stres,...

- **Antropogeni stres**

- herbicidi,
 - težke kovine,
 - onesnaženje zraka, kisli dež,..



Suša in rastline

Suša vpliva na:

- morfološke in fenološke lastnosti rastlin,
- količino pridelka,
- kakovost pridelka.

Prilagoditveni ukrepi za ublažitev zmanjšanja pridelka ali poslabšanja rasti rastlin zaradi suše vključujejo pridelovanje in uporabo na sušo odpornih genotipov.

Predpogoj za pridobivanje odpornih genotipov je boljše razumevanje odziva rastlin na sušni stres.

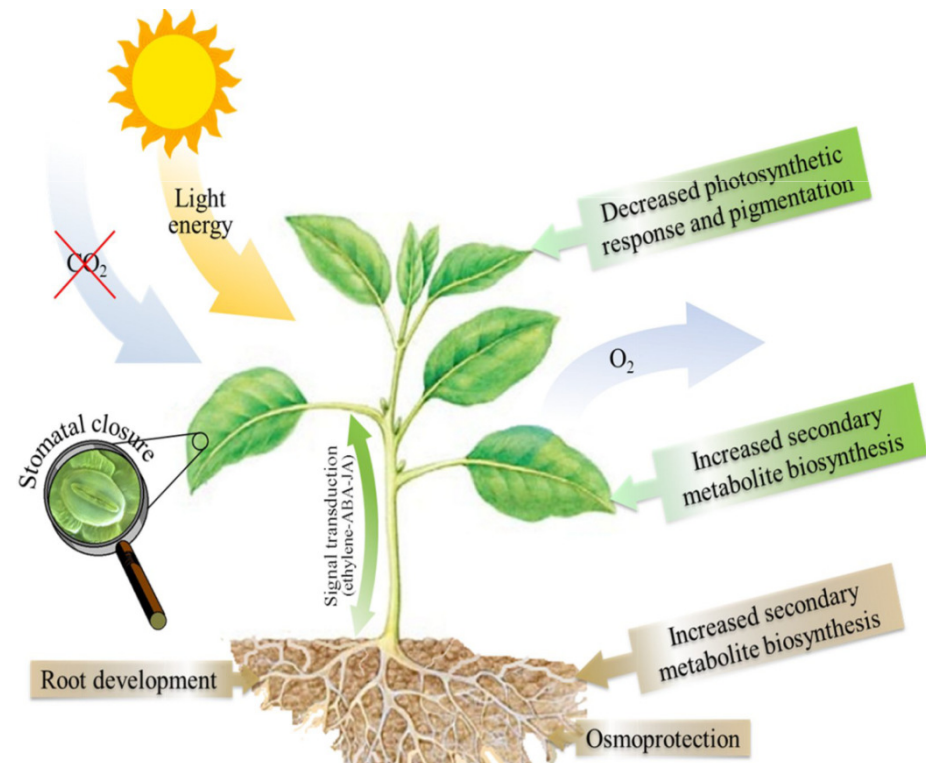


Suša in rastline

Reakcija rastlin na sušo je kompleksen pojav, odvisen od vrste ali genotipa, trajanja in intenzivnosti suše in fenološke faze, v kateri je rastlina izpostavljena suši.

Rastline se odzovejo na stres na ravni posamezne celice ali sinergistično kot celotni organizem.

- Fiziološka raven:
 - fotosinteza,
 - zaprtje listnih rež,
 - ozmotska prilagoditev,
 - razvoj korenin...
- Celični nivo:
 - hormoni, ROS, sladkorji, škrob
- Molekulski nivo:
 - geni, genska ekspresija
 - funkcionalni, regulatorni proteini



Suša in rastline

Rastline uporabljajo različne mehanizme/strategije za spopadanje s sušnim stresom:

- pobeg suši (rastline končajo življenjski cikel, preden se pojavi pomanjkanje vode),
- izogib suši (različni mehanizmi, ki pomagajo rastlini ohranjati visoko stanje vode v obdobjih stresa),
- toleranca na sušo (zmožnost rastlin, da ohranijo funkcionalno rast pri nizkih virih vode).

Te strategije se med seboj ne izključujejo in za optimalen odziv na sušo jih rastline lahko uporabijo tudi več hkrati.

Prilagoditev rastlin na sušo in vzdrževanje produktivnosti je posledica ravnotežja med vsemi tremi strategijami.

V naravnih pogojih pridelovanja so rastline velikokrat izpostavljene kombinaciji različnih abiotских in biotskih stresov, kar predstavlja dodaten izziv, saj so odzivi bolj zapleteni.

Žlahtnjenje tolerantnih sort na sušo

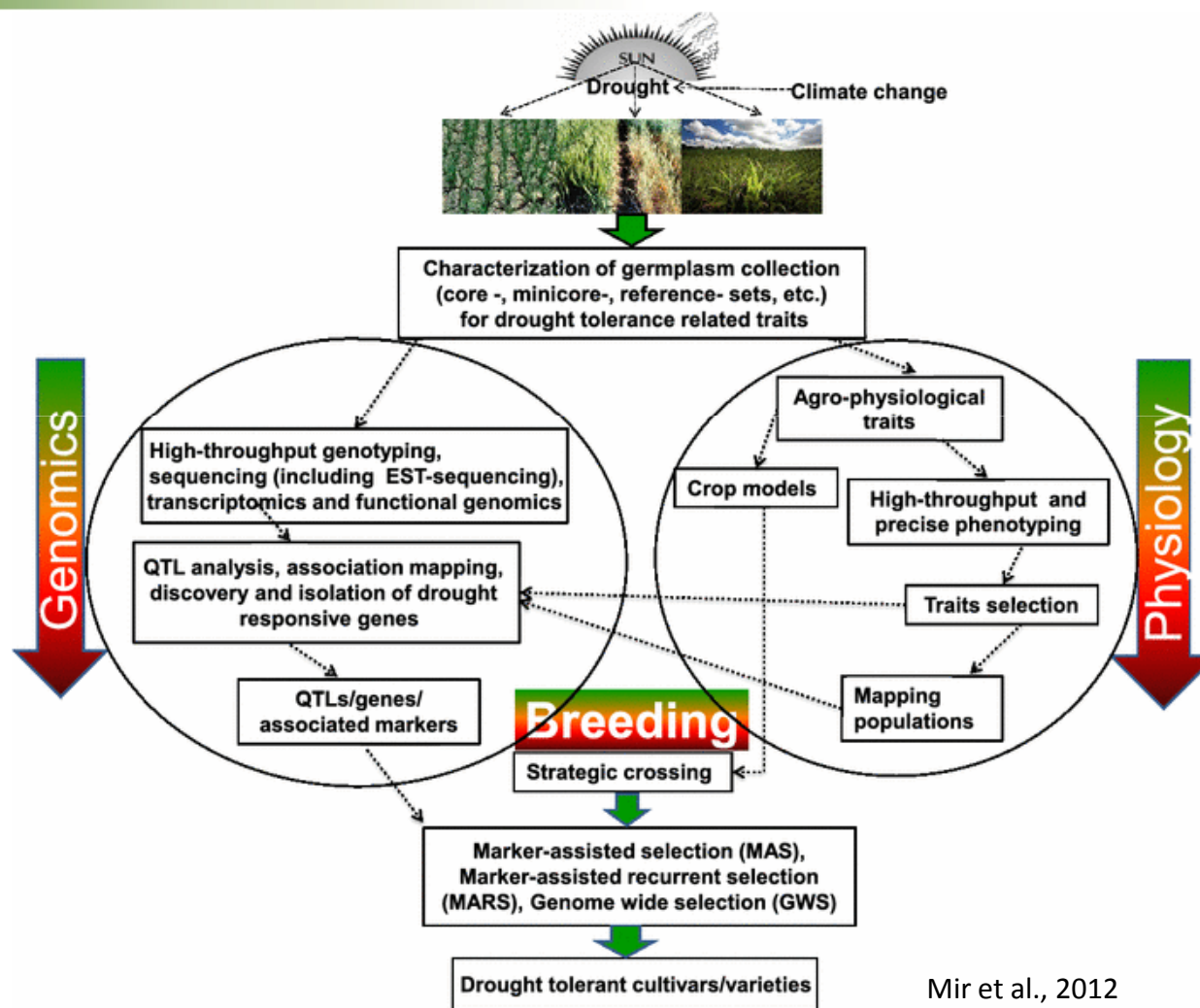
Toleranca na sušo – kompleksna poligenska lastnost, ki jo kontrolira večje število genov z manjšim delovanjem (QTL).

Napredek v žlahtnjenju tolerance na sušo bomo dosegli z integracijo tradicionalnih metod žlahtnjenja z novimi metodami in pristopi (fiziologija, genomika, transkriptomika, ...).

V selekciji povezati molekularne pristope s primernimi fenotipskimi protokoli na vseh nivojih (npr. pregled kolekcij genskih virov, knjižnic mutantov, populacij za kartiranje, transgenih linij, žlahtniteljskega materiala, načrtovanje poskusov z metodami omike in QTL).

V zadnjih desetletjih so bili izolirani in okarakterizirani že številni geni, povezani s sušo pri različnih vrstah kmetijskih rastlin (geni, ki kodirajo proteine vključene v toleranco rastlin na abiotiki stres; regulatorni proteini, vključeni v poti prenosa stresnega signala in kontrolo ekspresije genov za toleranco na stres).

Razvoj sort z večjo toleranco na sušo: pristopi



Mir et al., 2012

Na Kmetijskem inštitutu Slovenije ima žlahtnjenje kmetijskih rastlin dolgoletno tradicijo. Od leta 1947 je bilo vzgojeno več kot 40 novih sort poljščin, krmnih rastlin in zelenjadic.



Navadni fižol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Občutljiv na sušo, v svetovnem merilu kar 60 % fižola pridelajo v pogojih pomanjkljive oskrbe z vodo.

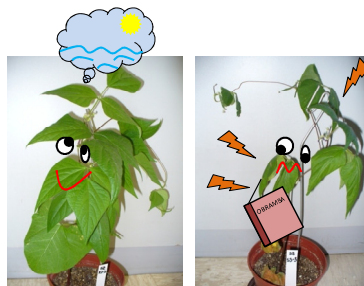
Vpliv suše na rastline fižola:

- odpadanje cvetov, mladih strokov in zrnja,
- zmanjšanje biomase, števila strokov in pridelka,
- zmanjšanje vnosa P in N v rastlino,
- zmanjšanje mase korenin,...

Mehanizem tolerance na sušo še ni dovolj proučen zaradi genetske kompleksnosti in zapletenega mehanizma tolerance.



Raziskave na nivoju transkriptoma in proteoma, genetsko kartiranje



Identifikacija lokusov za kvantitativne lastnosti



P1
Tiber
(toleranten
na sušo)

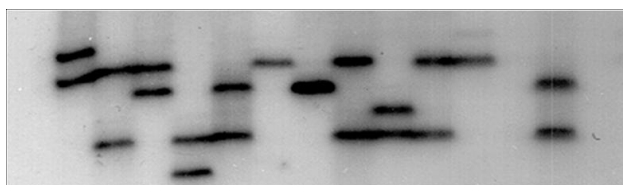
X



P2
Starozagorski črn
(občutljiv na sušo)



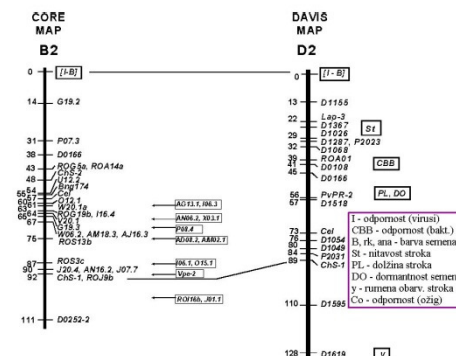
F1, F2, F3, F4, F5, ... F8 (>70 RILs),



Genetska mapa z uporabo SSR markerjev



QTL analiza, identifikacija markerjev

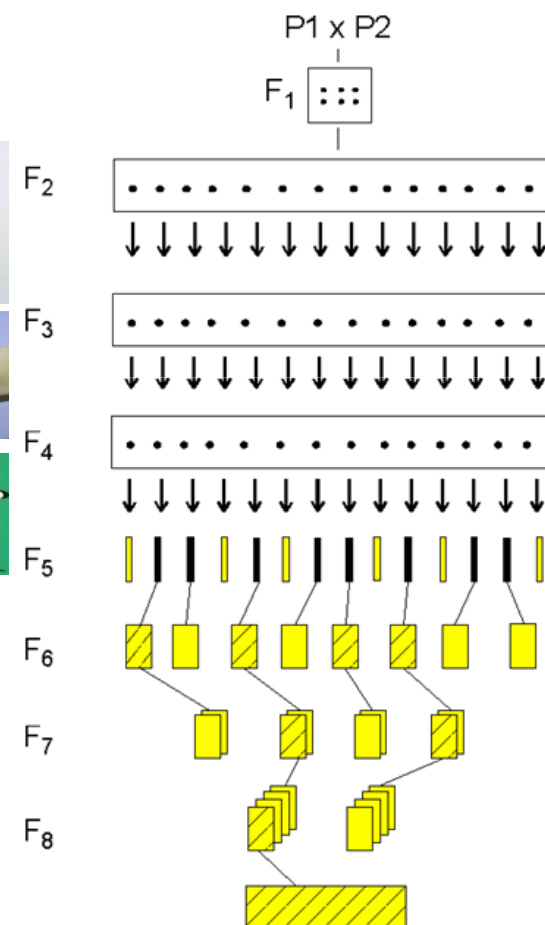


Žlahtnjenje fižola

- Izbor staršev in križanje
- Selekcija v zgodnjih generacijah (metoda potomstva enega semena – 'single seed descend')
- Vrednotenje pridelka in selekcija v nadaljnjih generacijah
- Razmnoževanje semena
- Preizkušanje na več lokacijah in potrditev sorte



Generacija	♀ x ♂	Št. semen	Št. odbranih rastlin
F3	zorinx425	17	-
F3	zorinx425	8	-
F3	359x417	13	8
F3	316X498	19	19
F4	452X306	25	23
F5	316x498	9	-



Pomen vzgoje domačih sort krompirja

1. prilagojenost na slovenske rastne razmere
2. odpornost proti boleznim
3. prilagojenost okusu potrošnika
4. neodvisnost pri pridelovanju semena
5. dolgoročna samooskrba s semenom
6. dohodek v semenarstvu
7. samooskrba s hrano
8. dohodek lokalnim pridelovalcem hrane

Nove sorte, dajejo dobre pridelke, so odlične jedilne kakovosti in prilagojene slovenskim ekopedološkim razeram. Vse so ekstremno odporne proti krompirjevemu virusu Y^{NTN} (vir odpornosti *Solanum stoloniferum*), nekatere so odporne proti virusu zvijanja krompirjevih listov, proti krompirjevi plesni na listih in gomoljih, proti krompirjevim cistotvornim ogorčicam ter krompirjevemu raku.



Odpornost proti virusu PVY^{NTN}



Odpornost proti krompirjevi plesni

Postopki programa žlahtnjenja krompirja na Kmetijskem inštitutu Slovenije

- izbira staršev
- križanja v prvem letu
- vzgoja sejancev v drugem letu
- vzgoja križancev na polju v tretjem do osmem letu
- preskušanje križancev v predizbiri
- proces registracije nove sorte



Nove slovenske sorte krompirja

Pšata je izjemno kakovostna sorta za ozimnico



KIS Vipava je zgodna sorta z vijolično kožico, primerna tudi za ekološko pridelovanje



Bistra je pozna sorta za ozimnico, primerna tudi za ekološko pridelovanje



KIS Kokra je primerna za ekološko pridelovanje. Je odporna proti krompirjevi plesni



KIS Sora je nosilna večnamenska sorta za ozimnico v tipu A. Tolerantna je na hladno skladiščenje



KIS Krka je tolerantna na sušne razmere in zato primerna za plitva peščena tla



KIS Mirna je srednje zgodnja sorta dokaj tolerantna na sušne razmere



KIS Mura je sorta za ozimnico primernejša za težja tla in se dobro skladišči do pomladi



KIS Sotla je izjemno kakovostna večnamenska sorta prilagojena okusu slovenskih potrošnikov



KIS Slavnik

Prva zgodnja sorta.

Velik pridelek.

Lastnosti gomoljev:

Oblikuje 6 do 8 zelo debelih dolgo ovalnih in izenačenih gomoljev.

Očesa so plitva, meso in kožica svetlo rumena, stoloni kratki.

Jedilna kakovost:

Odlična za kuhanje, pečenje in cvrenje.

Uporaba od maja do novega leta.



Žlahtnjenje hmelja v Sloveniji

- Poteka že več kot 60 let na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije
- Registriranih 17 sort, 2 sta tik pred vpisom, 6 v postopku preizkušanja
- Slovenske sorte rastejo na 99 % slovenskih hmeljišč



Glavni cilji žlahtnjenja hmelja

• Pridelek – storžki hmelja

- Višji pridelek
- Višja kakovost (aroma, grenčice)
- Zelo dobra skladiščna obstojnost
- Sledenje novim pivovarskim trendom (dišavne sorte, novejši tipi piva)



• Hmeljna rastlina

- Močnejša razrast
- Odpornost na najpomembnejše bolezni hmelja (h. peronospora, h. pepelovka, verticilijska uvelost h.)
- Manjša preferenca za škodljivce hmelja (h. pršica, h. uši)



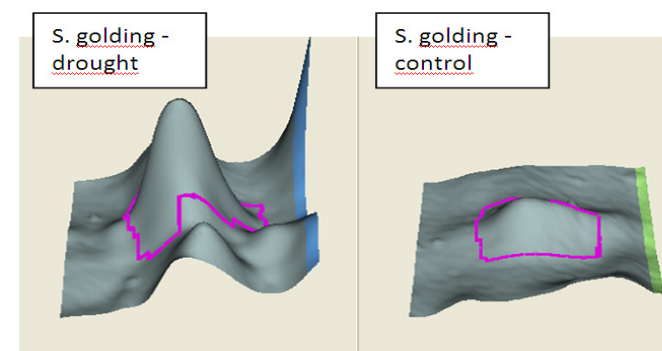
- Nižji stroški pridelave
- Manj FFS v pridelku in okolju

Strategija nadaljnega razvoja sort

- **plastičnost sorte:**
 - stabilen pridelek hmelja s čim manjšim vplivom vremenskih razmer in različnih tal na količino in kvaliteto pridelka
- **dobra pivovarska vrednost**
 - visokogrenčične sorte:
 - visoka vsebnost alfa kislin (nad 15%), nizka vsebnost kohumolona
 - aromatične sorte:
 - prijetne aromatske karakteristike z višjo vsebnostjo alfa kislin (nad 12%)
 - finoaromatične sorte:
 - prijetne aromatske karakteristike (visoka vsebnost linalola, alfa-humulena, ...)
 - kvalitetna grenčica s 5-8% alfa-kislin
- **zelo dobra skladiščna obstojnost**
- **ekonomika pridelave novih sort in tehnološki vidik**

Strategija nadaljnjega razvoja sort

- **odpornost na bolezni** Hmeljeva peronospora, Hmeljeva pepelovka, Verticillijska uvelost hmelja, Siva pegavost hmelja, Cerkosporna pegavost hmelja
- **občutljivost na viruse in viroide**
Viroidna zakrnelost hmelja
- **odpornost na škodljivce**
hmeljeva uš, hmeljeva pršica, hmeljev bolhač)
- **odpornost na abiotске strese** suša, vročina, ...



Žlahtnjenje hibridnih sort zelja

Pridobivanje čistih linij za žlahtnjenje hibridnih sort in križanci med izbranimi linijami

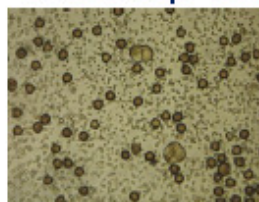
Izhodiščni material	Število čistih linij
Hawke F1 x Varaždinsko	387
712 x Varaždinsko	42
667 x Matsumo F1	65
712 x Matsumo F1	52
667 x 885	150



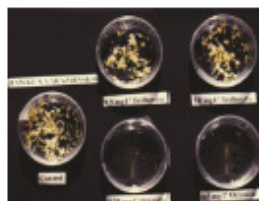
Linije pridobljene s postopkom indukcije haploidov s kulturo mikrospor



cvetovi primerne dolžine



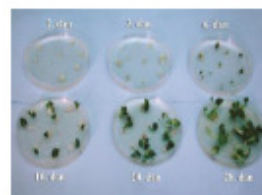
izolirane mikrospore



embriji



sušenje embrijev



regeneracija rastlin iz embrijev



regenerirana rastlina



aklimatizacija v rastlinjaku



čista linija



Poljski poskus z 58 izbranimi eksperimentalnimi hibridi ter primerjava z 18 komercialnimi hibridi.

Ocena morfoloških znakov ter poljske odpornost na črno žilavko kapusnic.

Odbira hibridov, ki ustrezajo ciljem žlahtnjenja po morfoloških lastnostih.



V najprimernejše linije vključitev CMS za pridobitev linij za hibridno pridelavo semena.

Razmnoževanje čistih linij za pridobitev zadostne količine semena tržno zanimivih hibridov.

Hibrid v postopku registracije nove sorte kot prvi slovenski hibrid vrtnin



Razvoj sodobnih sort pšenice

- Program žlahtnjenja pšenice, ki predstavlja rezultat sodelovanja med privatnim in javnim sektorjem (RGA - Raziskovalna genetika in agrokemija, Kmetijski inštitut Slovenije, Institut "Jožef Stefan"), temelji na:
- Klasičnem žlahtnjenju pšenice
- Uporabi heterozisa
- Vidik podnebnih sprememb je pri žlahtnjenju pšenice upoštevan z razvojem novih genotipov, ki izkazujejo boljši izkoristek dodanega mineralnega dušika (nizek ogljični odtis) in boljšo mobilizacijo asimilatov iz zelene mase v zrnje v primeru stresnih razmer (višja agronomska učinkovitost kultivarja).

- Program žlahtnjenja pšenice razpolaga z naborom več kot 1000 akcesij diploidnih, tetraploidnih in heksaploidnih pšenic, kakor tudi z lastno kolekcijo znotraj-vrstnih in med-vrstnih križancev temelječih na predstavnikih rodu *Triticum* L.
- Dosežek žlahtniteljskega programa je deset linijskih sort, ki so v postopku VPU in RIN testiranja. Preizkušanje novih genotipov poteka na regionalni ravni (Slovenija, Italija, Srbija).



Zaključek

- Samo bolj učinkovita uporaba razpoložljivih vodnih virov, ne da bi pri tem izboljšali tudi odpornost rastlin na sušo, ne bo imela pomembnega dolgoročnega vpliva na zmanjševanje vpliva suše na kmetijsko pridelavo. Zato si moramo prizadevati, da bomo v prihodnosti pridelovali poljščine, ki bodo sposobne dati večji pridelek tudi v sušnih razmerah.
- Cilj lahko dosežemo z multidisciplinarnim pristopom, s katerim bomo integrirali potrebno znanje in raziskave na področju fiziologije rastlin, genetike in molekularne biologije z žlahtniteljskimi tehnikami in tehnologijami, ki so nam na voljo.

Andreja Čerenak, IHPS
Katarina Rudolf Pilih UL, BF
Borut Bohanec UL, BF
Primož Titan, RGA
Peter Dolničar, KIS
Jelka Šuštar Vozlič, KIS
Vladimir Meglič, KIS



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO,
GOZDARSTVO IN PREHRANO



University of Ljubljana
Biotechnical Faculty

