Barevné pšenice

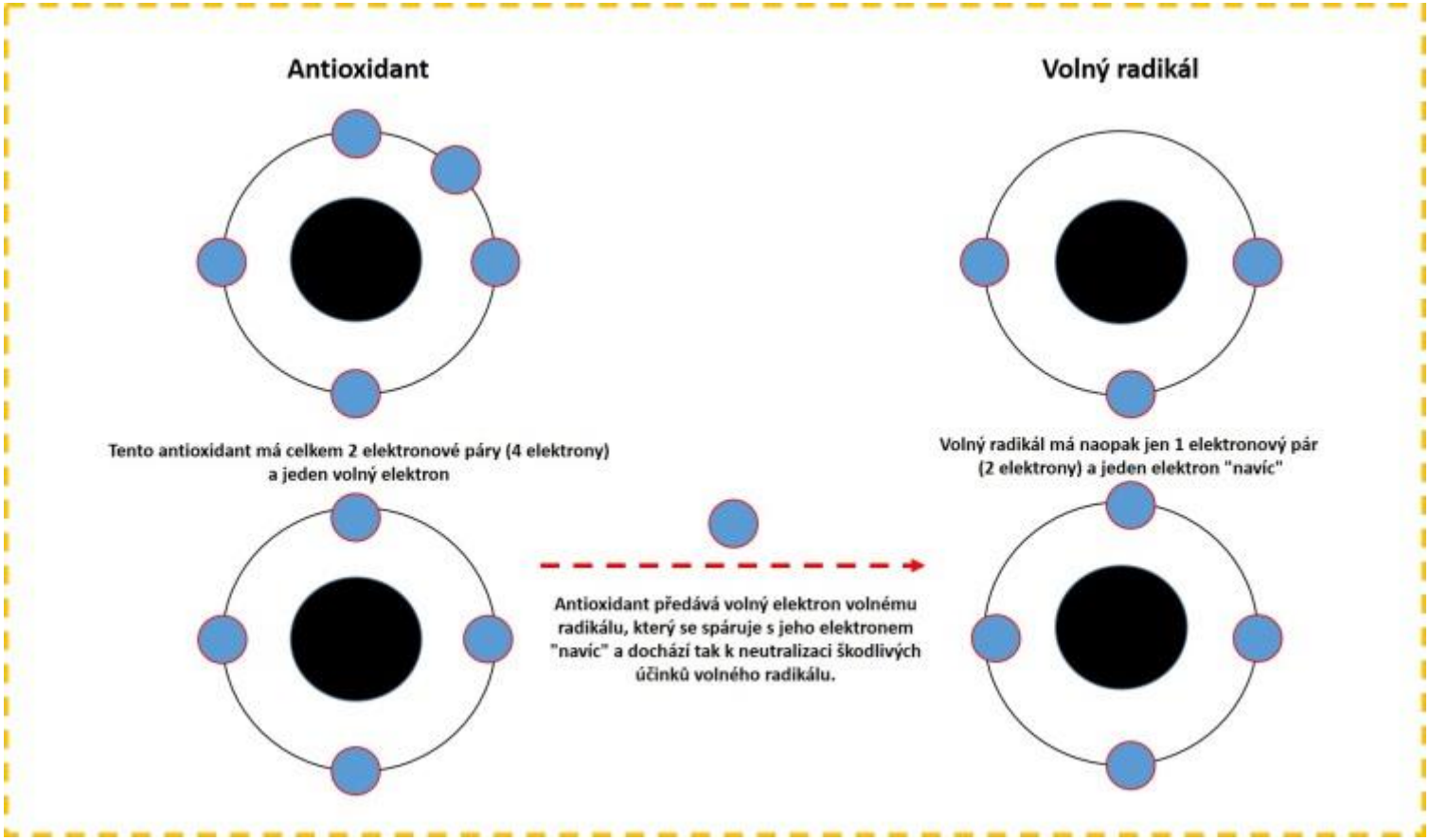
Petr Martinek a kolektiv

Agrotest fyto, s.r.o.

Kroměříž

martinek@vukrom.cz

Princip antioxidačního působení



Antokyany jsou součástí velké skupiny látek označovaných jako bioflavonoidy, které podmiňují barvu rostlin – například žlutou, oranžovou, červenou nebo fialovou. Tyto látky se nacházejí pouze v potravinách rostlinného původu.

Jedná se o rozsáhlou skupinu, do které můžeme zařadit více než 20 000 látek, z nichž asi 60 patří mezi nejznámější a nejvíce využívané v potravinářství a farmacii. Tyto látky mají podobnou chemickou strukturu a spojuje je také pozitivní vliv na lidské zdraví. Mezi jejich nejznámější účinky patří **antioxidační působení** a pozitivní **vliv na zdraví cév**.

Pokusili jsme se obohatit pšenici o antokyany a tím přispět ke zlepšení jejího zdravotního významu.

Všeobecně známé účinky bioflavonoidů

- Antioxidační působení – podporují eliminaci negativního působení nadbytečného množství volných radikálů.
- Podporují pevnost a pružnost krevních kapilár – podpora léčby křečových žil, hemoroidů a dalších cévních onemocnění.
- Přispívají ke snižování krevního tlaku.
- Podporují léčbu infekčních onemocnění.
- Podporují rozšiřování krevních cév.
- Působí preventivně proti vzniku kardiovaskulárních onemocnění.
- Působí protizánětlivě – eliminují vznik a vývoj zánětů v organismu.
- Působí cytoprotektivně – zvyšuje ochranu buněk před negativním působením toxických látek.
- Působí protinádorově.
- Podporují funkci a regeneraci jater.
- Podporují funkci nervového systému.
- Působí hypoglykemicky a antidiabeticky – podporuje prevenci vzniku diabetu mellitu II. typu.
- Působí hypolipidemicky – napomáhá optimalizaci lipidového metabolismu.
- Antibaktriální, antiparazitární a antivirové působení.
- Detoxikace organismu.

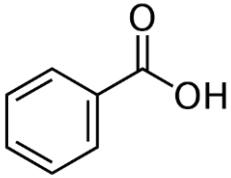
Přehled antioxidantů

Fenolické látky
Fenolické kyseliny

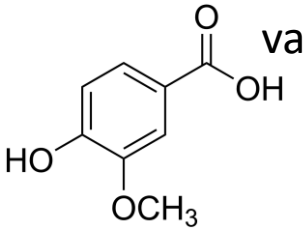
- antioxidanty (ROS)
- obrana
  - UV záření
  - rostlinné choroby a škůdci

→ „výztuha“ buněčné stěny
→ toxické
→ svíravá chuť

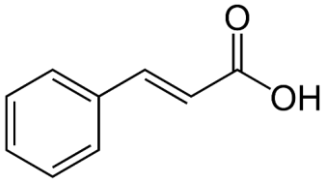
(hydroxy) benzoové
gallová k., vanilová k., syringová k.



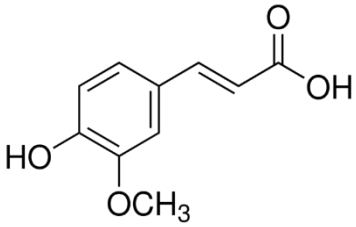
vanilová k.



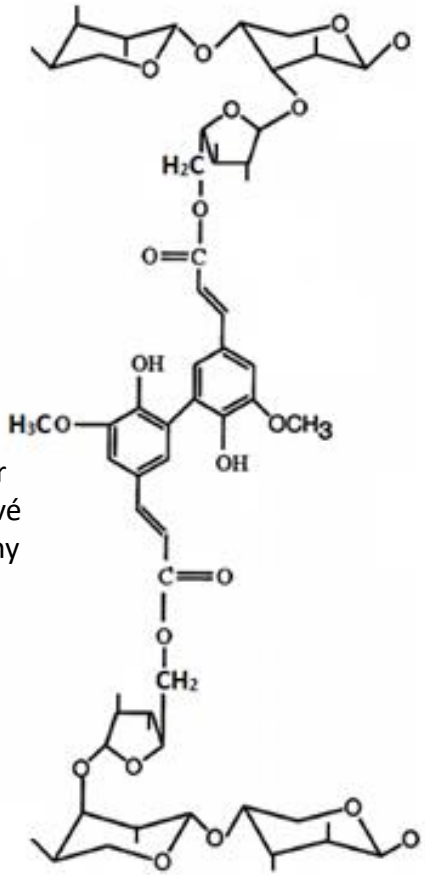
(hydroxy) skořicové kyseliny
ferulová k., sinapová k., kávová k.



ferulová k.



dimer ferulové kyseliny



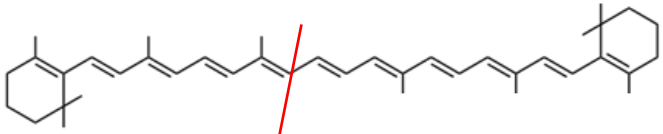
arabinoxylanový řetězec

Karotenoidy

- lipofilní rostlinná barviva
- žluté, oranžové, červené barvy
- prekurzor syntézy ABA

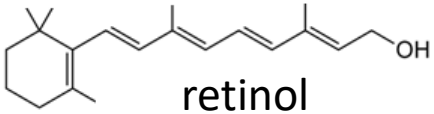
- antioxidanty (ROS)
- provitaminy A
- součást buněk makuly (žluté skvrny oční sítnice)

- barviva – pomocná fotosyntetická, atraktanty (opylování, šíření semen)



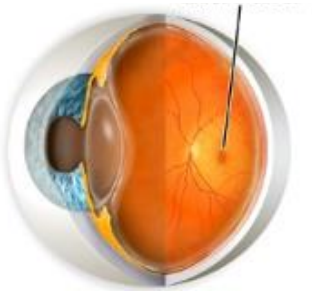
β-karoten

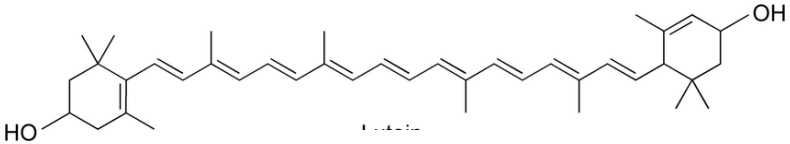
2



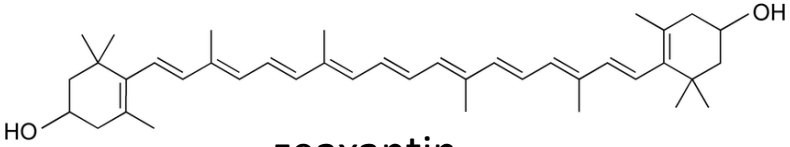
retinol
(vitamin A)

makula v oku



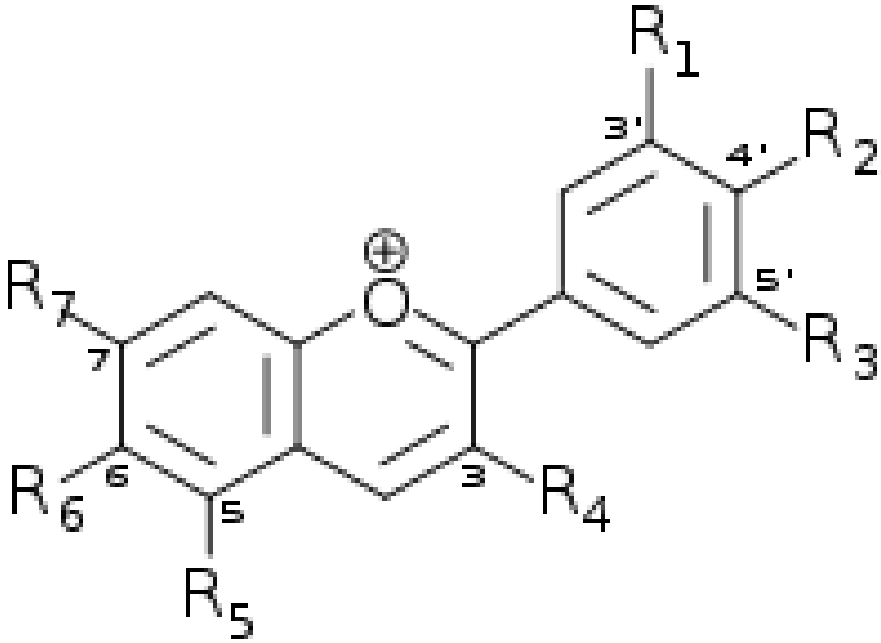


lutein



zeaxantin

Nejčastější antokyany



Name	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
Cyanidin	−OH	−OH	−H	−OH	−OH	−H	−OH
Delfinidin	−OH	−OH	−OH	−OH	−OH	−H	−OH
Pelargonidin	−H	−OH	−H	−OH	−OH	−H	−OH
Malvidin	−OCH3	−OH	−OCH3	−OH	−OH	−H	−OH
Peonidin	−OCH3	−OH	−H	−OH	−OH	−H	−OH
Petunidin	−OH	−OH	−OCH3	−OH	−OH	−H	−OH

Source: internet

Odkud se vzaly antokyany v zrnu pšenice?

Červená (alespoň jeden dominantní gen způsobí červené zabarvení)
R-A1 (*R2*) – 3AL
R-B1 (*R3*) – 3BL
R-D1 (*R1*) – 3DL

Bílá (všechny recesivní geny musí být současně)
r-A1 (*r2*) – 3AL
r-B1 (*r3*) – 3BL
r-D1 (*r1*) – 3DL

Modrý aleuron (projev závisí na dávce genu)
Ba1 – 4B[4BS-4el2] (z *Thinopyrum ponticum*) (genový zdroj UC66049 má gen *Ba1*)
Ba2 – 4AmL (z *Trirticum boeoticum* Boiss.) (odrůda Skorpion má gen *Ba*2)

Purpurový perikarp (pochází z *Triticum durum* var. *arraseita* Hochst. ex Körn., syn. *Triticum abyssinicum* (Vavilov) Flaksb.) *purpurové zabarvení podmiňuje komplementární působení vždy dvou genů*
Pp1 – 7BL
Pp2 – 7A (u *T. durum* var *abyssinicum*)
Pp3a – 2A
Pp3b – 2A
Pp1, *Pp3b* (Purple Feed), *Pp1*, *Pp3a* (Purple), *Pp1*, *Pp2=Pp3b (*ANK-28A),
Pp1, *Pp3=Pp3a* (ANK-28B)

Žlutý endosperm (pochází z tetraploidů *Triticum durum* Desf. a je u nich více prostudováno)
Psy1-A1b – *Phytoene synthase 1* – 7AL
(+ dalších 33 genů pro různé druhy enzymu fytoen syntázy)

Rozdíly v intenzitě modrého zabarvení zrna závisejí na dávce genu z *Thinopyrum ponticum*. V geneticky heterogenním vzorku Blue Norco byly nalezeny:
a) disomická adice chromosomu - 2n = 6x = 42 + 2t, b) adice jednoho chromosomu, 2n = 6x = 42 + 1t, c) bez adice 2n = 6x = 42. Podobná situace nastala u vzorků d - EF02-54-9 (Sebesta Blue 3), e - M90-41 and f - H90-35-1 (Burešová et al., 2015)

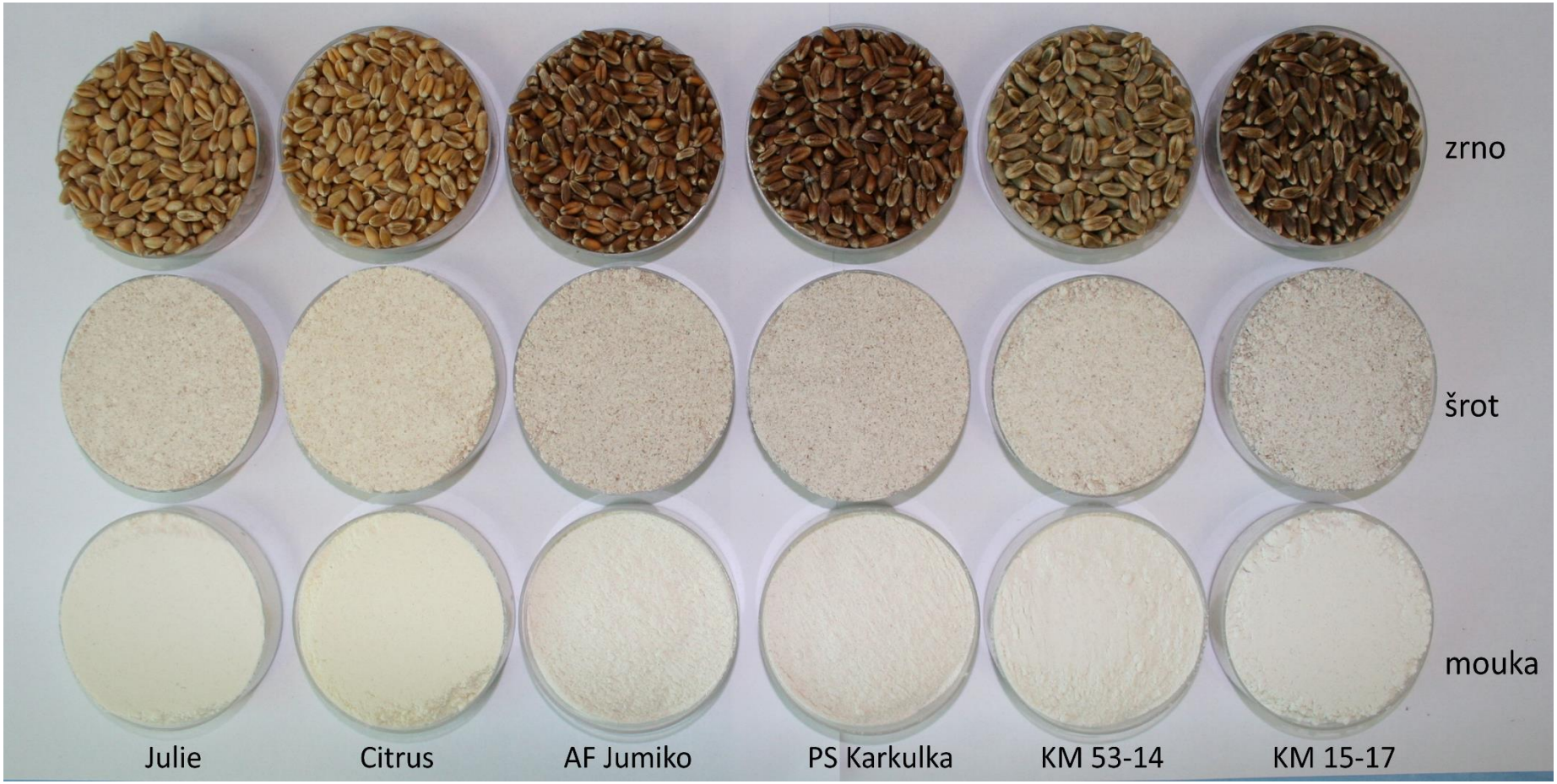
Blue aleurone

Purple pericarp

Red grain
(common colour of grain)

White grain

Yellow grain



červené

žluté

purpurové

purpurové

modré

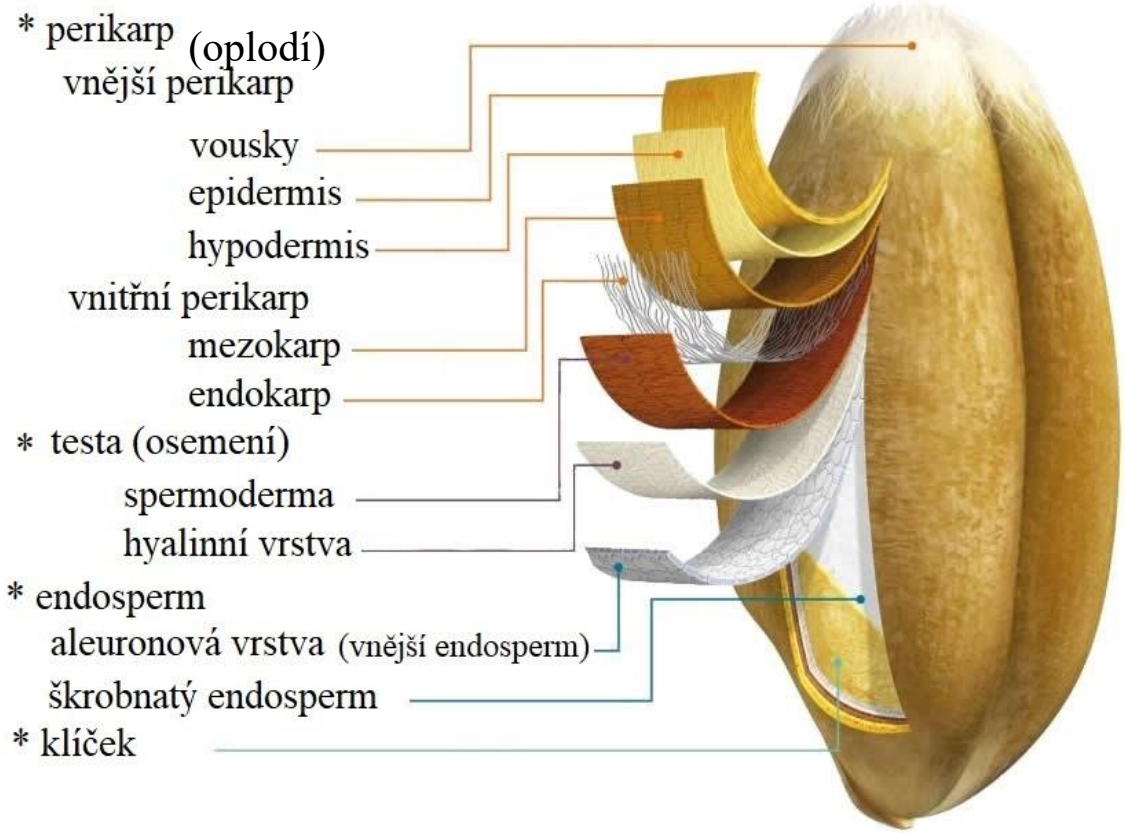
„černé“

Typ pletiva podle počtu chromosomů

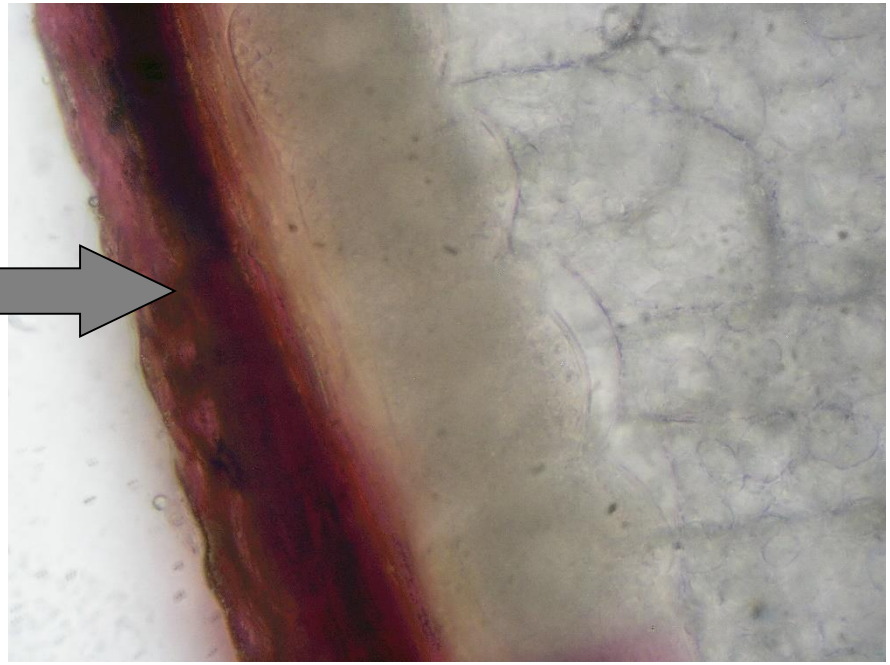
diploidní
2n = 6x = 42
shodné s mateřskou rostlinou

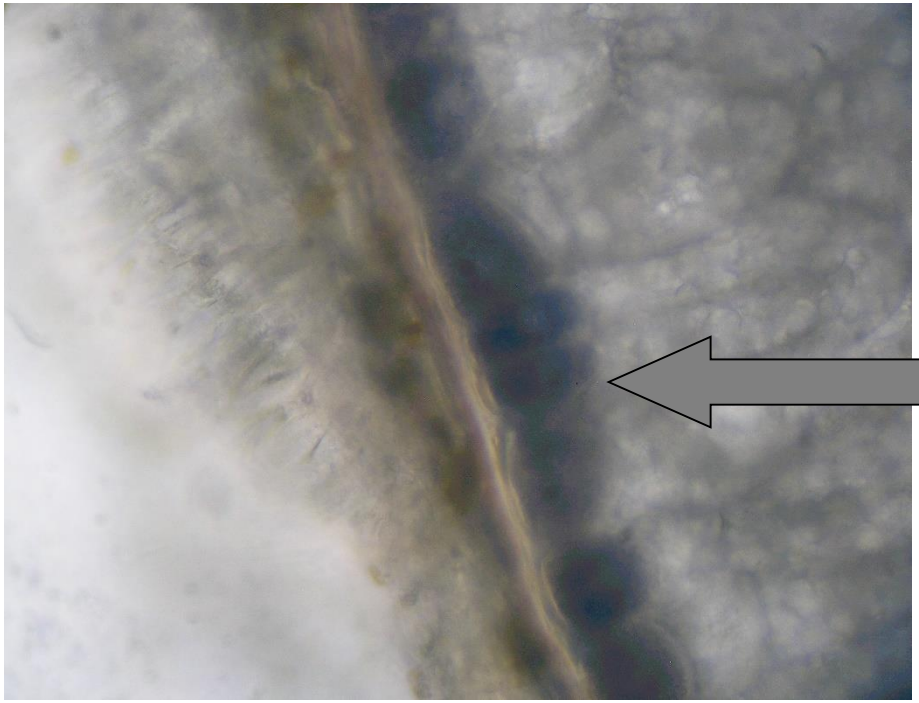
triploidní
3n = 9x = 63
dvě dávky od matky + jedna dávka od otce

diploidní
2n = 6x = 42
jedna dávka od matky + jedna dávka od otce



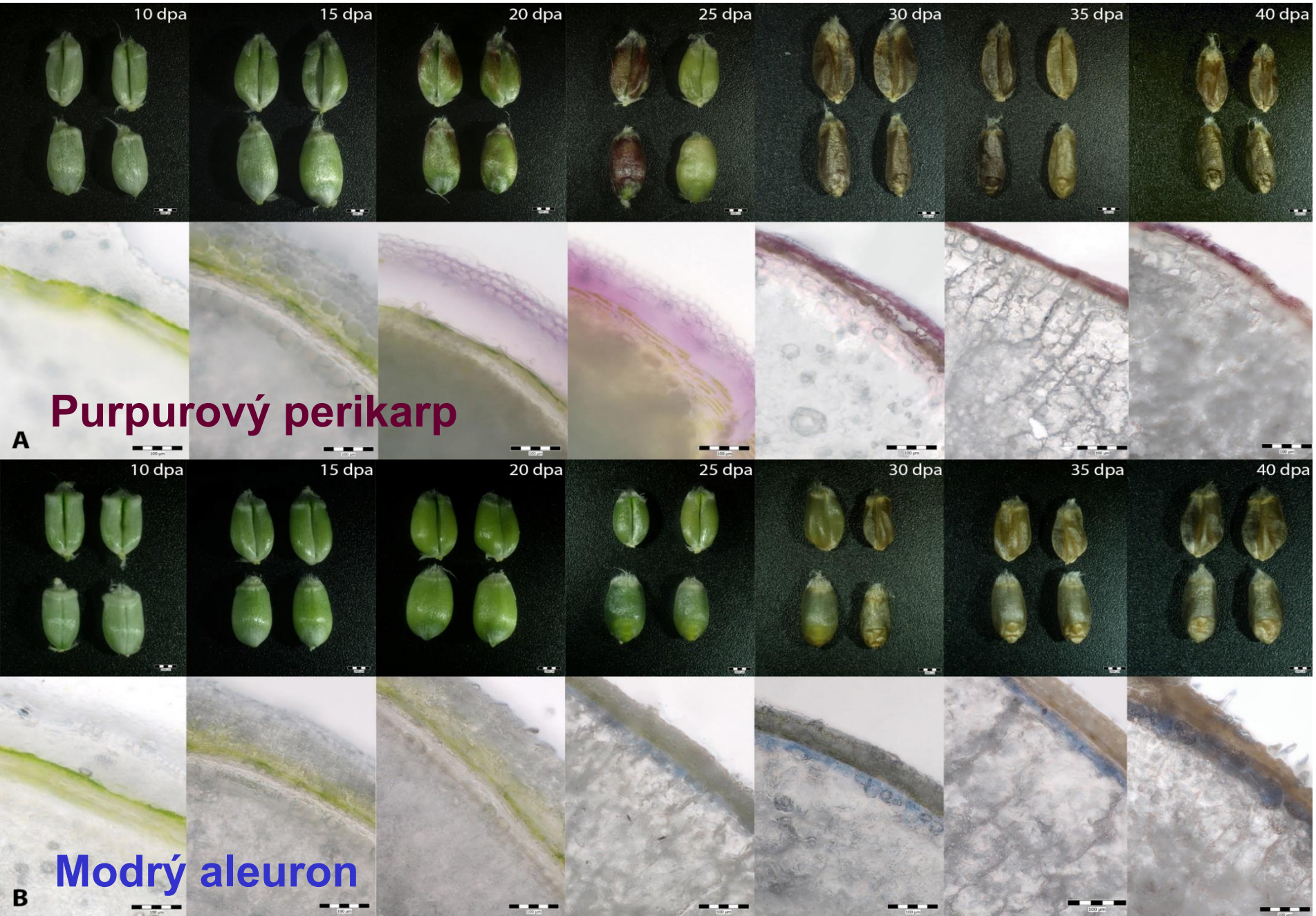
Purpurový perikarp





Modrý aleuron

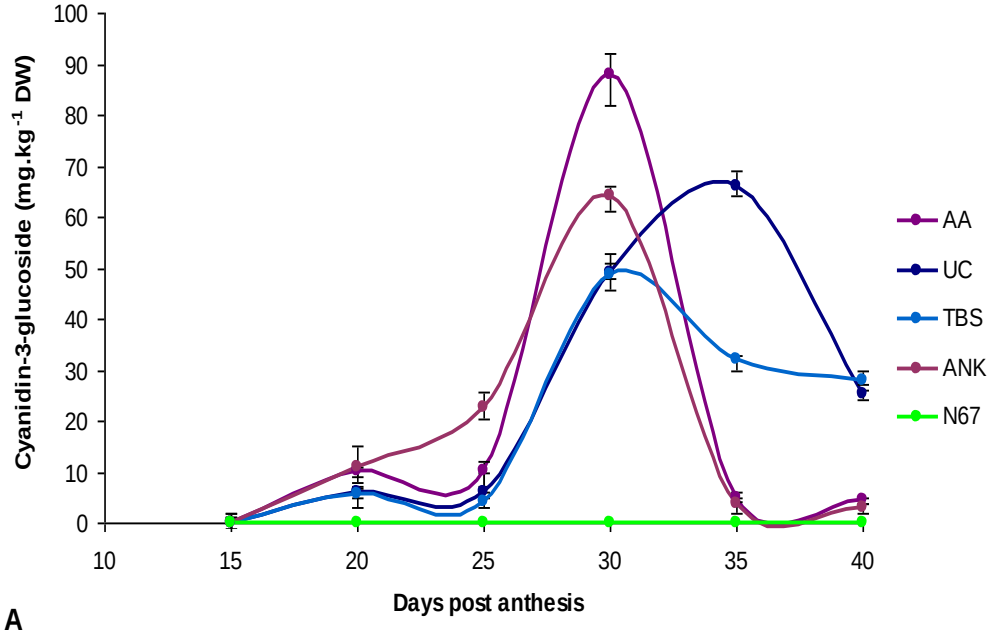
Vývoj intenzity zabarvení obilek v závislosti na počtu dní od kvetení

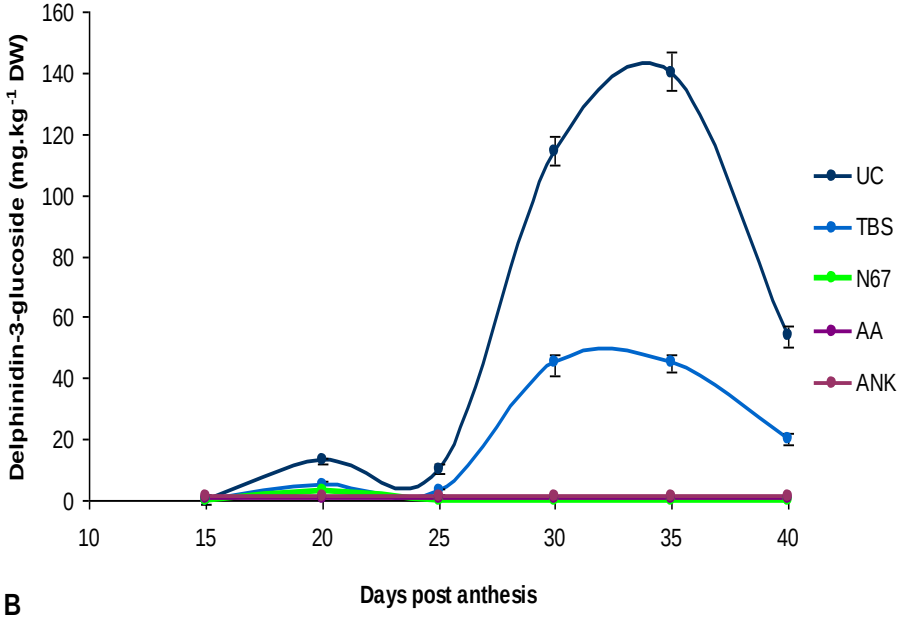


Změny koncentrace antokyanů u vyvíjejícího se zrna v rozdílných termínech po kvetení

Purpurová – nejvyšší obsah kyanidin-3 glukosidu

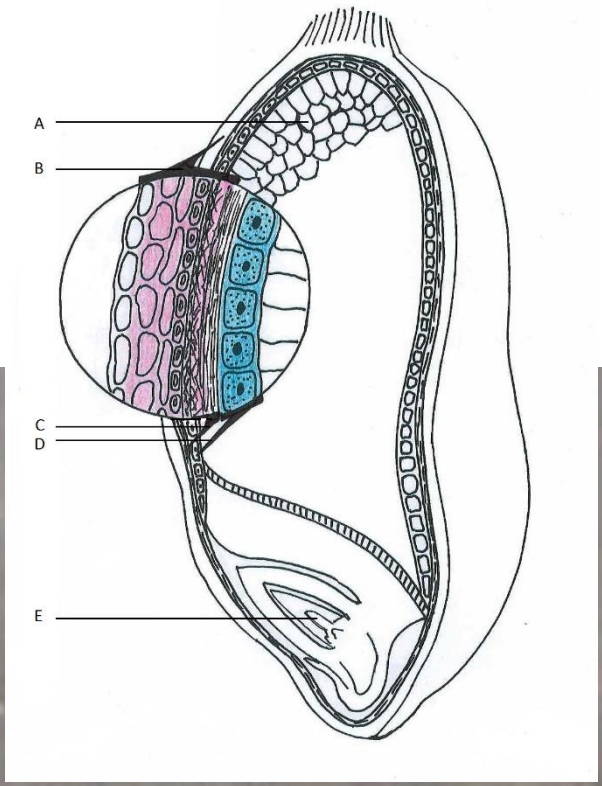
Modrá – nejvyšší množství delfinidin-3 glukosidu





AA = Abissinskaja arrasajta (purpurová), UC = UC66049 (modrá) , TBS = Tschermaks Blaukorniger Sommerweizen (modrá), ANK = ANK 28A (purpurová),

N67 = Novosibirskaja 67 (bílé zrno)



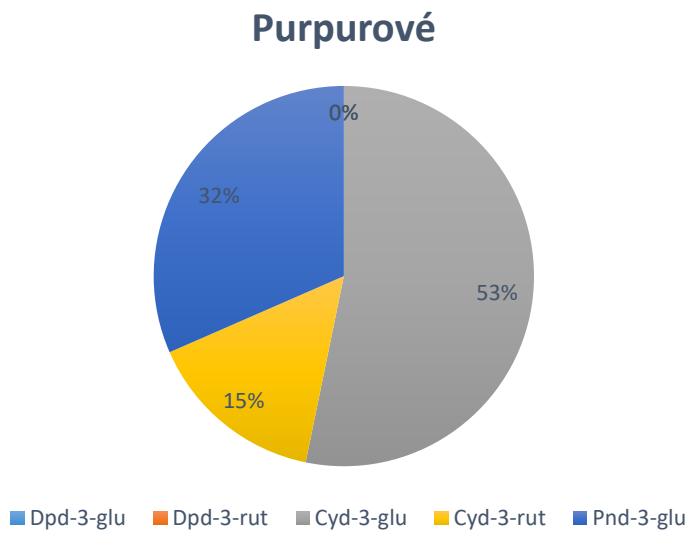
Modrý aleuron

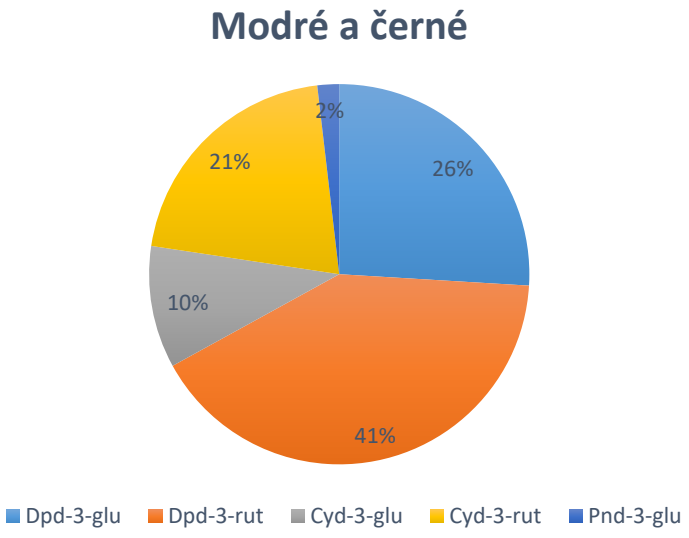
Purpurový perikarp

Mezi purpurovými a modrými pšenicemi je rozdíl v zastoupení jednotlivých antokyanů

V purpurových je nejvíce: Cyd-3-glu, Pnd-3-glu, Cyd-3-rut

V modrých a černé je nejvíce: Dpd-3-rut, Dpd-3-glu, Cyd-3-rut





Pyramidování genů *Ba1* a *Ba2* do jednoho genotypu

u genotypů s aleuronem *Ba1Ba1Ba1Ba2Ba2Ba2* lze očekávat že díky kvantitativnímu účinku genu *Ba* zvýšení obsahu antokyanů

Novosibirskaya 67 (N67)

ANBW 9A (gen *Ba1* na 4B)

ANBW 9B (gen *Ba2* na 4A)

F_2 segregace ANBW 9B x ANBW 9A

Tmavomodrá zrna (četnost 1/16 v F_2) se vybírají vizuálně, nejlépe ve voskové zralosti, kdy jsou nejlépe vidět rozdíly. Výběr se musí opakovat v následující generaci, protože potřebujeme vybírat homozygoty *Ba1Ba1Ba2Ba2.*
U triploidního endospermu jsou Ba geny zastoupeny 3x (*Ba1Ba1Ba1Ba2Ba2Ba2)*. Výběrem se ale mohou zachytit také heterozygoty (např. *Ba1Ba1Ba1ba2ba2ba2, ba1ba1ba1Ba2Ba2Ba2* a další), proto je potřeba kontrola segregace a barvy v následující generaci.

Sklizeň 2019

N67	ANBW 9A (*Ba1*)	ANBW 9B (*Ba2*)

Sklizeň 2020

N67	ANBW 9A (*Ba1*)	ANBW 9B (*Ba2*)	ANBW 9C (*Ba3*)	ANBW 9D (*BaX?*)

Sklizeň 2021

N67	ANBW 9A (*Ba1*)	ANBW 9B (*Ba2*)	ANBW 9C (*Ba3*)	ANBW 9D (*BaX?*)

Segregace barvy aleuronu v F_2 generaci (předpoklad štěpných poměrů zatím nejednoznačně odpovídá teoretické představě)

Kombinace křížení	Barva aleuronu		Celkem	Teoretický štěpný poměr	χ^2 test
	Modrá	Nemodrá			(13 : 3)
ANBW 9B/ANBW 9A	243	74	317	13 : 3	4,391
ANBW 9B/ANBW 9C	156	48	204	13 : 3	3,058
ANBW 9C/ANBW 9A	131	26	157	15 : 1	28,485*

Segregace barvy aleuronu ve zpětných kříženích BC_1F_1 (u prvního křížení štěpný poměr odpovádá teoretickému předpokladu, u druhého neodpovídá)

Kombinace křížení	Barva aleuronu		Celkem	χ^2 test
	Modrá	Nemodrá		(3 : 1)
ANBW 9B/ANBW 9A//ANBW 9B	39	12	51	0,059
ANBW 9B/ANBW 9C//ANBW 9B	37	21	58	3.885

F_2 ANBW 9B/ANBW 9A	F_2 ANBW 9B/ANBW 9C	F_2 ANBW 9C/ANBW 9A.

Segregace barvy zrna v F_2 u kříženců ANBW 9B/ANBW 9A, ANBW 9C/ANBW 9A a ANBW 9C/ANBW 9A

ANBW 9A (kontrola)	Výběr 1	Výběr 2	Výběr 3	Výběr 4

Vzhled zrn v F_3 potomstvech 1-4 vybraných z tmavých zrn u kombinace ANBW 9B/ANBW 9A (sklizeň 2020)

ANBW 9A (kontrola)	Výběr 1	Výběr 2	Výběr 3	ANBW 9B (kontrola)

Vzhled zrn v F3 potomstvech 1-3 vybraných z tmavých zrn u kombinace ANBW 9B/ANBW 9A (sklizeň 2021)

Postup selekce na kumulovaný obsah barevných látek v zrnu:

Schéma vzniku tmavého zrna u pšenice podmíněného třemi rozdílnými geny Ba ve třech kopiích pro buňky endospermu zrna (*Ba1Ba1Ba1Ba2Ba2Ba2Ba3Ba3Ba3*) a další zvyšování obsahu barevných látek v zrnu

ANBW 9A x ANBW 9B x ANBW 9C x ANBW 9B x ANBW 9C x ANBW 9A

Ba1Ba1Ba1 *Ba2Ba2Ba2* *Ba3Ba3Ba3* *Ba2Ba2Ba2* *Ba3Ba3Ba3* *Ba1Ba1Ba1*

Selekce na tmavší modrou

ANBW 9A/9B x ANBW 9C/9B ANBW 9C/9A

Ba1Ba1Ba1Ba2Ba2Ba2 *Ba3Ba3Ba3Ba2Ba2Ba2* *Ba3Ba3Ba3Ba1Ba1Ba1*

Selekce na ještě tmavší modrou

ANBW 9A/9B/9C

Ba1Ba1Ba1Ba2Ba2Ba2Ba3Ba3Ba3

Dál by následovalo křížení s donory žlutého endospermu (geny *Psy* pro fytoen syntázu) a donory pro purpurové zabarvení perikarpu (geny *Pp1+Pp2*).

Selekce na černé zrno s vysokým obsahem antokyanů a karotenoidů

Dál by následovalo křížení s běžnými odrůdami pro zlepšení agrotechnických vlastností a selekce na tmavou barvu zrna.

Odrůdy ozimé pšenice s barevným zrnem

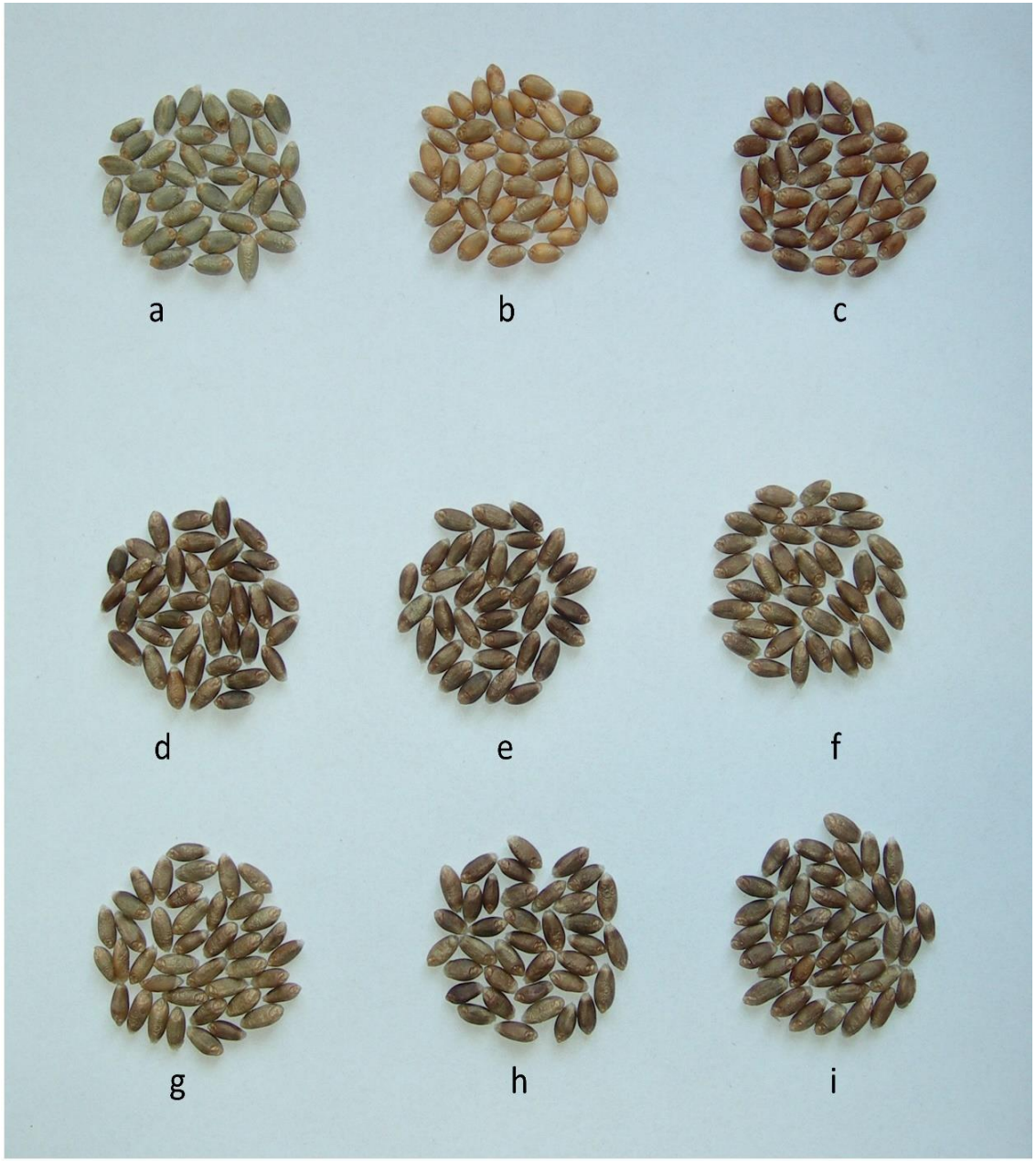
AF Zora
pšenice
s černým zrnem
Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.

První evropská odrůda s černým zabarvením zrna

Černá barva zrna

a – Skorpon (modrý aleuron),
b- Bohemia (červené zrno),
c – Indigo (purpurový perikarp)

d – i linie odvozené z křížení (Skorpion × Bohemia) × (Indigo × Bohemia), kombinace různých barev zděděná po rodičích



Ozimá pšenice KM 15-17 = AF Zora

Odolnost chorobám

padlí travní list	STŘEDNÍ
braničnatka list	STŘEDNÍ
braničnatka klas	VYSOKÁ
rez pšeničná	STŘEDNÍ
fusarium klas	LEPŠÍ PRŮMĚR

Kvalita zrna

zatím nevíme do jaké kategorie kvality bude zařazena

Agronomická data

ranost	POLORANÁ
délka rostlin	DELŠÍ
odolnost poléhání	NÍZKÁ
Mrazuvzdornost	VYSOKÁ
výsevek (MKS/ha)	4
potřeba morforegulátoru	VYSOKÁ

Pokusy pro registraci odrůd a SDO v režimu ekologického zemědělství ÚKZÚZ

Průměrné hodnoty významných hospodářských vlastností v roce 2020

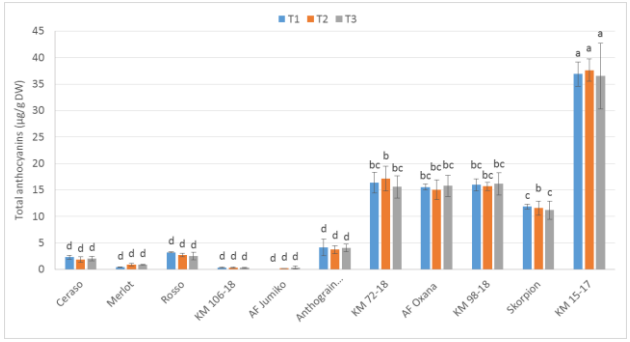
Znak		Kvalita	Výnos	Výnos	Padlí pšenice na listu	Komplex listových skvrnitostí pšenice	Hnědá rzivost pšenice	Růžovění klasů pšenice	Kohoutek černý, kohoutek modrý	Začátek metání	Plná zralost	Hmotnost 1000 zrn	Počet produktivních klasů	Délka rostlin	Pokryvnost porostu (DC31-32)	Pokryvnost porostu (DC51-59)	Vzdálenost praporcového listu a klasu	Délka praporcového listu	Šířka praporcového listu	Délka klasu	Počet zrn v klasu - laboratoř	Obsah dusíkatých látek v sušině	Objemová hmotnost	Číslo poklesu - šrot	Obsah mokrého lepku	Sedimentační test - Zeleny	Gluten index
Jednotka			t/ha	%	9-1	9-1	9-1	9-1	9-1	dny	dny	g	/m^2	cm	9-1	9-1	cm	mm	mm	mm	ks	%	g.l^{-1}	s	%	ml	
5077080	Sultan	A/E	6,40	102,1	8,9	6,3	6,3	8,4	8,7	149	211	46,3	486	93	7,6	8,0	17	145	13	79	36	10,3	766	259	19,1	28	93
5092782	Butterfly	E	6,45	102,9	9,0	6,8	5,7	8,5	7,7	150	213	49,2	437	92	7,3	8,1	15	147	15	89	41	10,7	796	330	21,1	35	86
5094810	LG Orlice	B	7,00	111,6	9,0	7,1	8,4	7,9	8,4	151	213	46,8	522	83	7,7	8,1	12	127	16	69	40	9,3	761	271	17,4	23	89
5096796	Illusion	A	7,06	112,6	7,5	6,8	6,3	8,3	8,4	148	211	49,4	481	88	7,8	8,1	15	131	15	73	38	10,4	774	231	22,3	24	75
5088601	Balitus	A	6,13	97,7	9,0	6,0	6,8	8,6	8,8	147	210	45,8	479	82	7,4	8,0	11	119	13	70	38	10,1	757	307	19,3	27	89
5086064	Annie	E	6,28	100,2	8,3	5,9	5,9	7,8	8,2	147	210	52,6	446	85	8,0	8,4	14	144	15	72	35	11,2	793	293	23,2	33	80
5090290	Partner	B	6,65	106,0	9,0	7,2	7,8	8,3	8,9	149	211	47,7	472	87	7,7	7,9	11	121	14	82	43	9,8	758	312	17,7	28	96
5094941	Cecilius	A	6,32	100,8	9,0	6,3	8,4	8,7	8,0	148	209	48,1	469	80	8,1	8,5	11	122	12	65	35	10,5	770	320	20,5	29	96
5100467	**KM 15-17**		**6,15**	98,0	**7,0**	6,1	6,1	8,5	8,7	148	211	**53,6**	504	**94**	7,8	8,5	18	149	12	73	32	11,2	**757**	**241**	24,7	**19**	**69**
MD 0.05			6,27	7,8	2,3	0,8	1,8	0,9	1,0	1	2	1,9	35	4	0,6	0,5	1	14	1	7	4	0,5	7	24	1,8	3	12
Počet pokusů			7	7	2	6	4	4	2	6	4	6	6	6	6	5	5	6	5	6	6	5	6	5	5	4	5

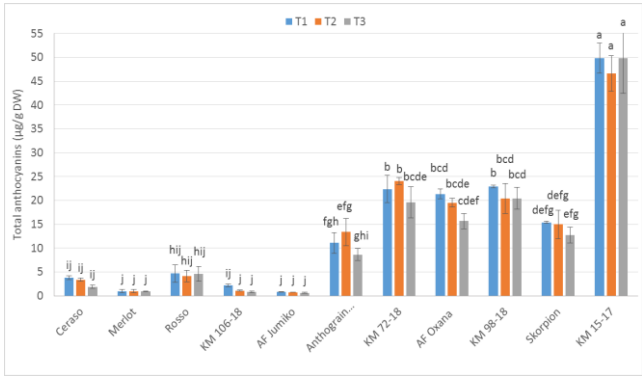
Obsah antokyanů u vybraných odrůd s barevným zrnem

(spolupráce mezi Università di Torino - Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, a ČZU v Praze - Katedra chemie)

Obsah antokyanů (µg/g DW) v zrnu

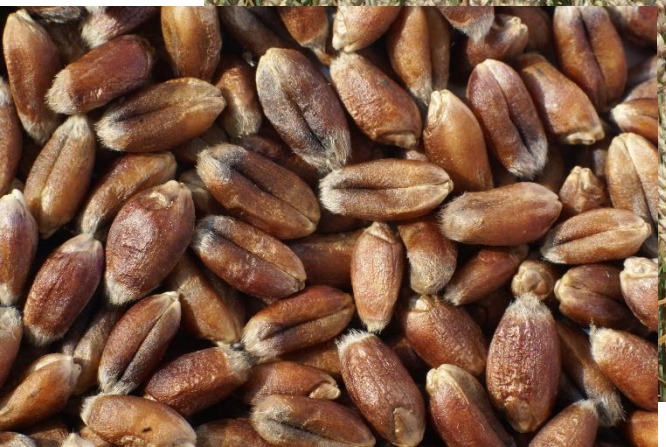
Odrůda	Stát	Carmangola (úrodnější)			Cigliano (horší)		
varianata pěstování		T1	T2	T3	T1	T2	T3
Ceraso	AUS	2,3	1,9	2,1	3,8	3,4	1,9
Merlot	AUS	0,4	0,9	0,9	1,0	1,0	0,9
Rosso	AUS	3,3	2,7	2,5	4,7	4,1	4,6
KM 106-18	CZE	0,4	0,4	0,4	2,2	1,1	0,9
AF Jumiko	CZE	0,0	0,2	0,4	0,9	0,7	0,6
Anthograin	CAN	4,2	3,8	4,1	11,1	13,4	8,7
KM 72-18	CZE	16,4	17,2	15,6	22,4	24,1	19,6
AF Oxana	CZE	15,6	15,1	15,8	21,4	19,5	15,7
KM 98-18	CZE	16,0	15,7	16,2	23,0	20,4	20,5
Skorpion	CZE	11,9	11,6	11,2	15,4	15,0	12,8
KM 15-17	CZE	36,9	37,6	36,5	49,8	46,6	49,8





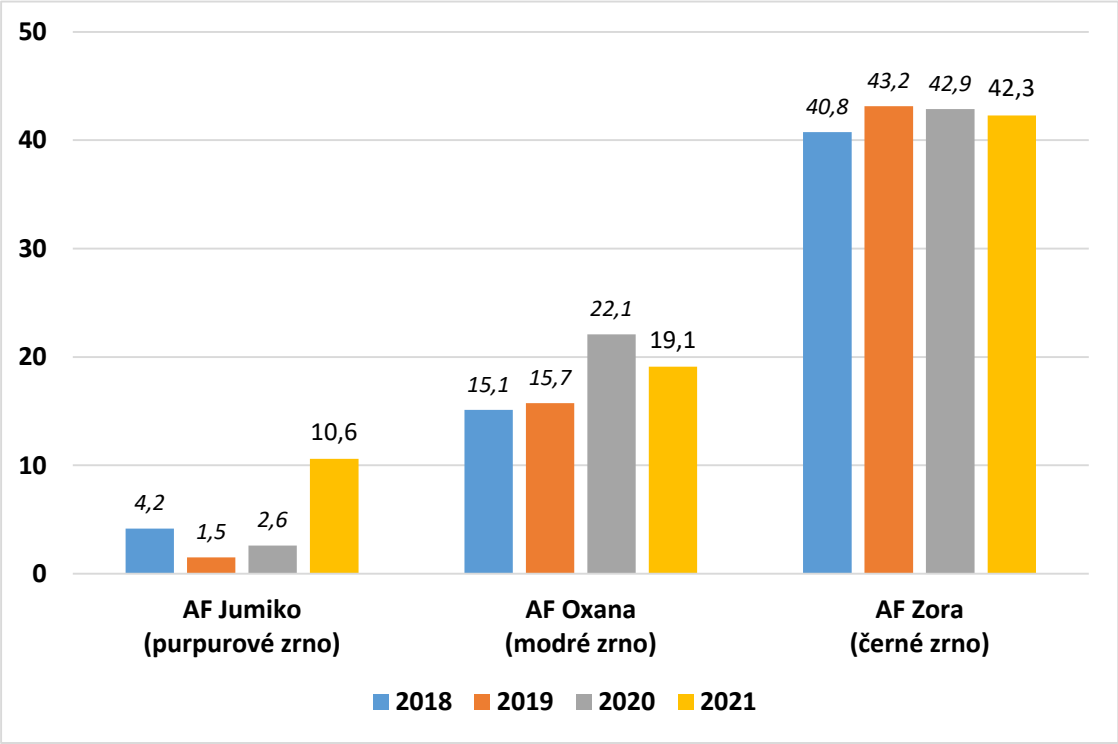
Skorpion (registrace 2012) s modrým zrnem (vpravo)
PS Karkulka (registrace 2014) purpurové zrno (vlevo)
AF Jumiko (registrace 2019
AF Oxana (registrace 2020)
AF Zora (registrace 2021)

Ozimá pšenice AF Jumiko

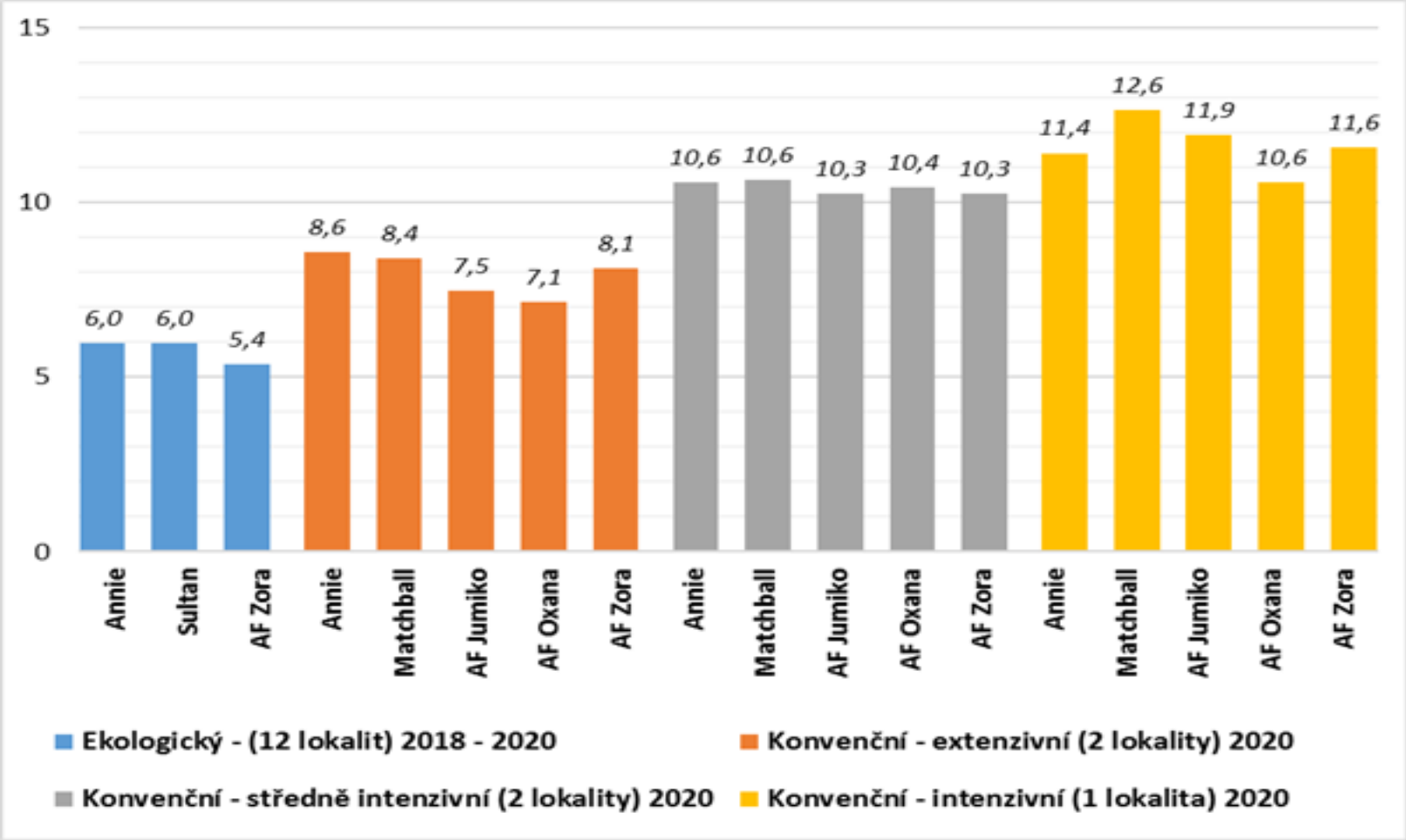


Ozimá pšenice AF Oxana

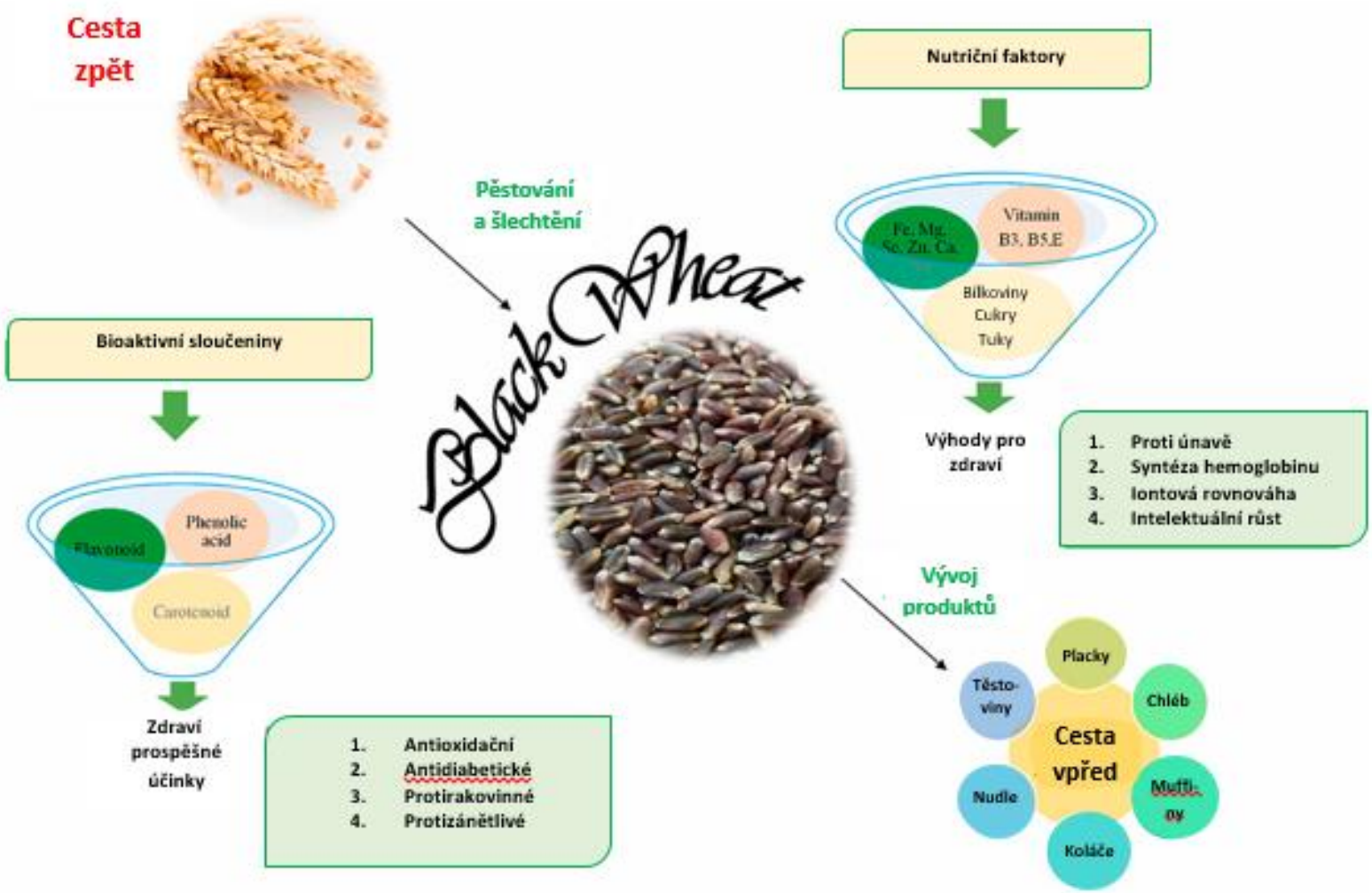
Obsah antokyanů (mg/kg) kroměřížských odrůd barevné ozimé pšenice



Výnosy (t/ha) kroměřížských odrůd barevné ozimé pšenice



(použito výsledků ÚKZÚZ – EKO a výsledků konvenční technologie z odrůdových pokusů polních dnů firem ZVÚ Kroměříž s.r.o. a DITANA, s.r.o.)

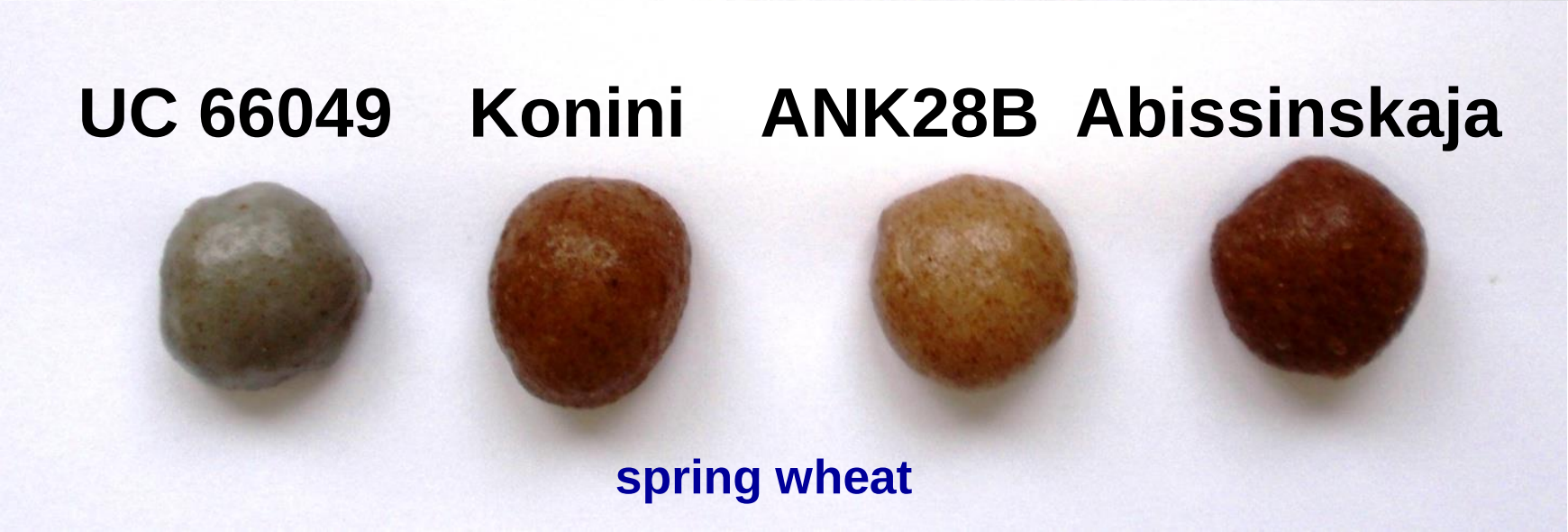


Význam černé pšenice (převzato a upraveno z práce Dhua a kol. 2021)

Dhua, S., Kumar, K., Kumar, Y., Singh, L., Sharanagata, V. S.: Composition, characteristics and health promising prospects of black wheat: A review. Trends in Food Science & Technology, 112, 2021: 780-794. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.04.037.

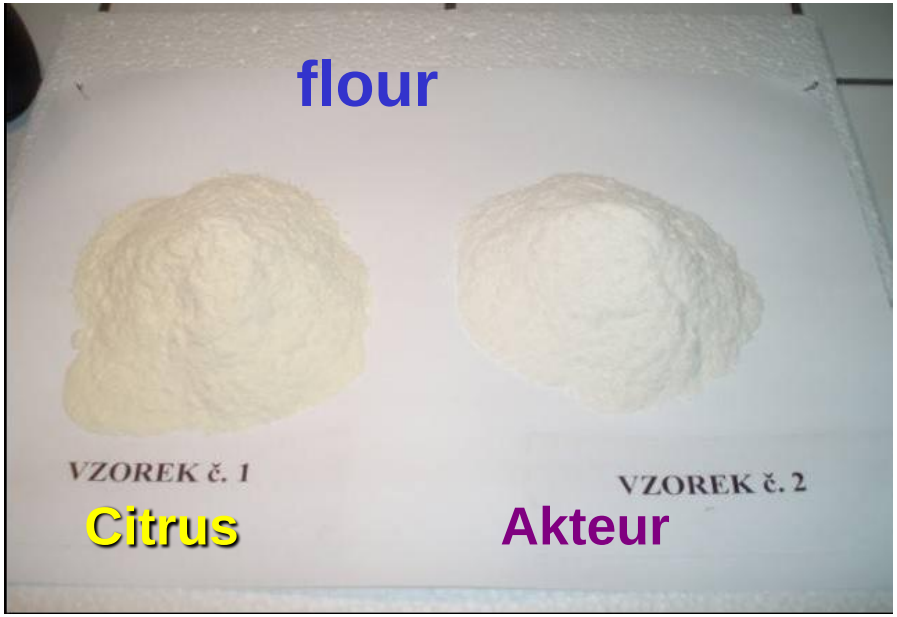
Změny obsahu barevných látek během zpracování zrna

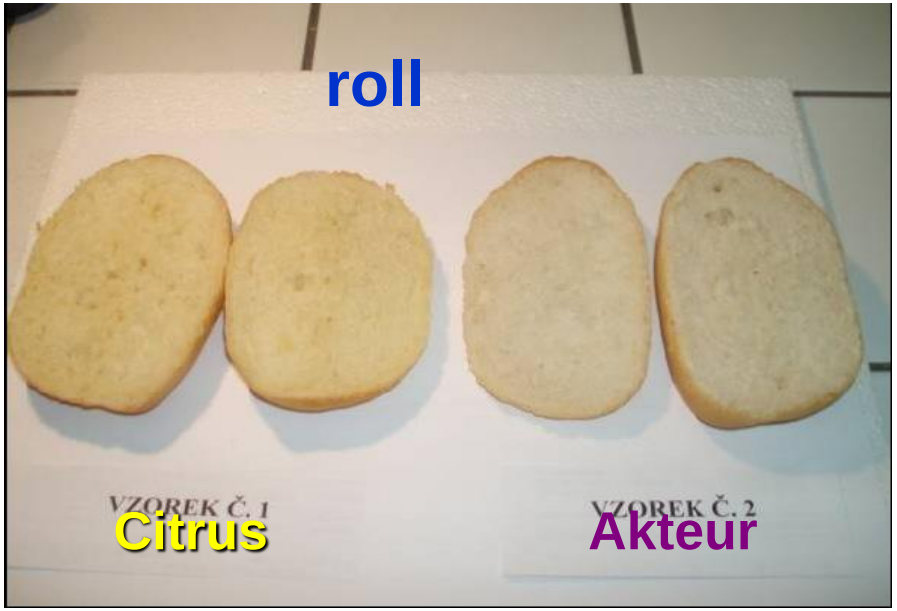
Washed glutens from wheats with different grain colour



Yellow colour of flour

Citrus, Luteus registered in the Czech Republic
Breeder: Professor Dr. Wilhelm Jahn-Deesbach, Germany





	β-carotene [mg/100g] - photometric method					**lutenine isomers [mg/100g]** - HPLC method				
	Vysoká	Lípa	Uh.Ostroh	Čáslav	**average**	Vysoká	Lípa	Uh.Ostroh	Čáslav	**average**
Akterur	0,15	0,14	0,15	0,16	**0,15**	0,09	0,09	0,06	0,11	**0,09**
Citrus	0,41	0,40	0,42	0,36	**0,40**	0,30	0,29	0,27	0,33	**0,30**

In: Šulová R.: Carotenoids in wheat varieties (lecture 9-10 Nov. 2010, Hrotovice)

Mulan

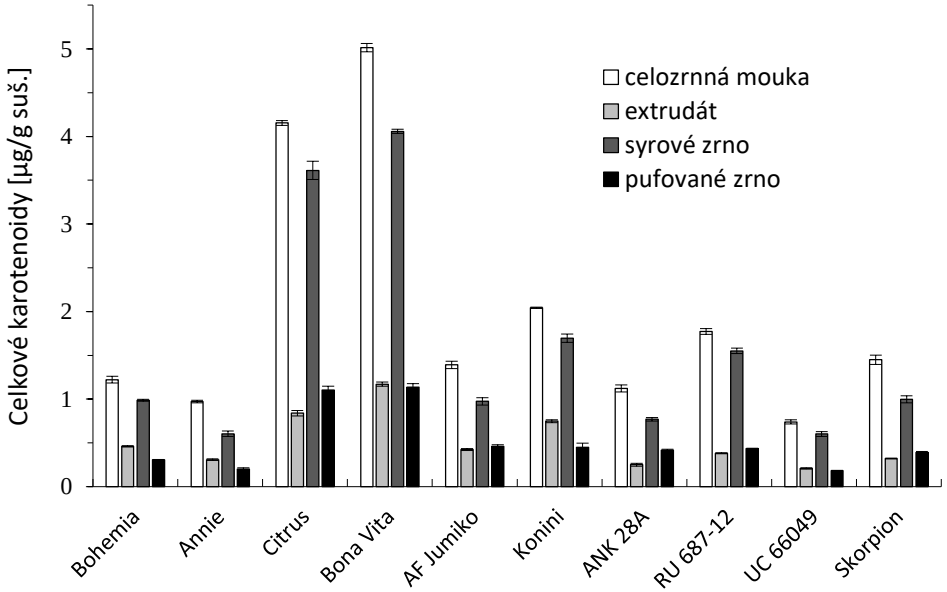
Skorpion

(modrá)

Degradace antokyanů [µg/g suš.] vlivem zpracování pečením

Produkt	AF Jumiko		Konini		ANK-28A		UC 66049		KM 131-15	
	suma	%	suma	%	suma	%	suma	%	suma	%
celé zrno	0,17	100,00	1,08	100,00	2,69	100,00	61,39	100,00	93,05	100,00
mouka	0,24	140,65	1,76	161,93	2,46	91,54	47,37	77,17	79,11	85,02
těsto	0,15	89,17	1,07	98,18	1,30	48,50	36,05	58,72	63,24	67,96
po upečení	0,17	99,08	0,93	85,29	1,41	52,61	14,98	24,40	32,46	34,88
po 24 hod	0,17	100,69	0,70	64,99	1,05	39,23	9,56	15,58	17,32	18,61

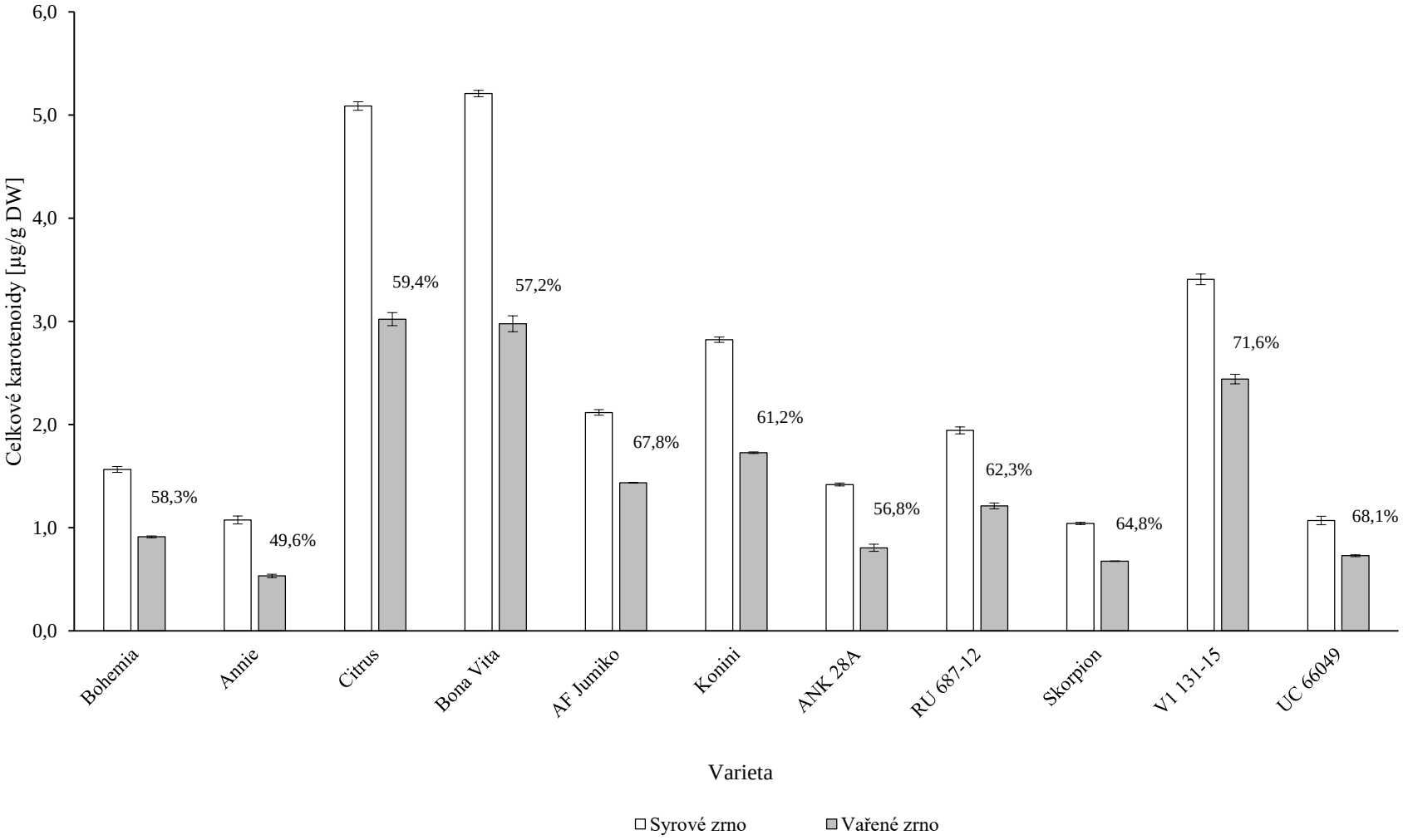
Degradace obsahu karotenoidů [µg/g suš.] vlivem extruze (z celozrnné mouky) a pufování (z celého zrna)



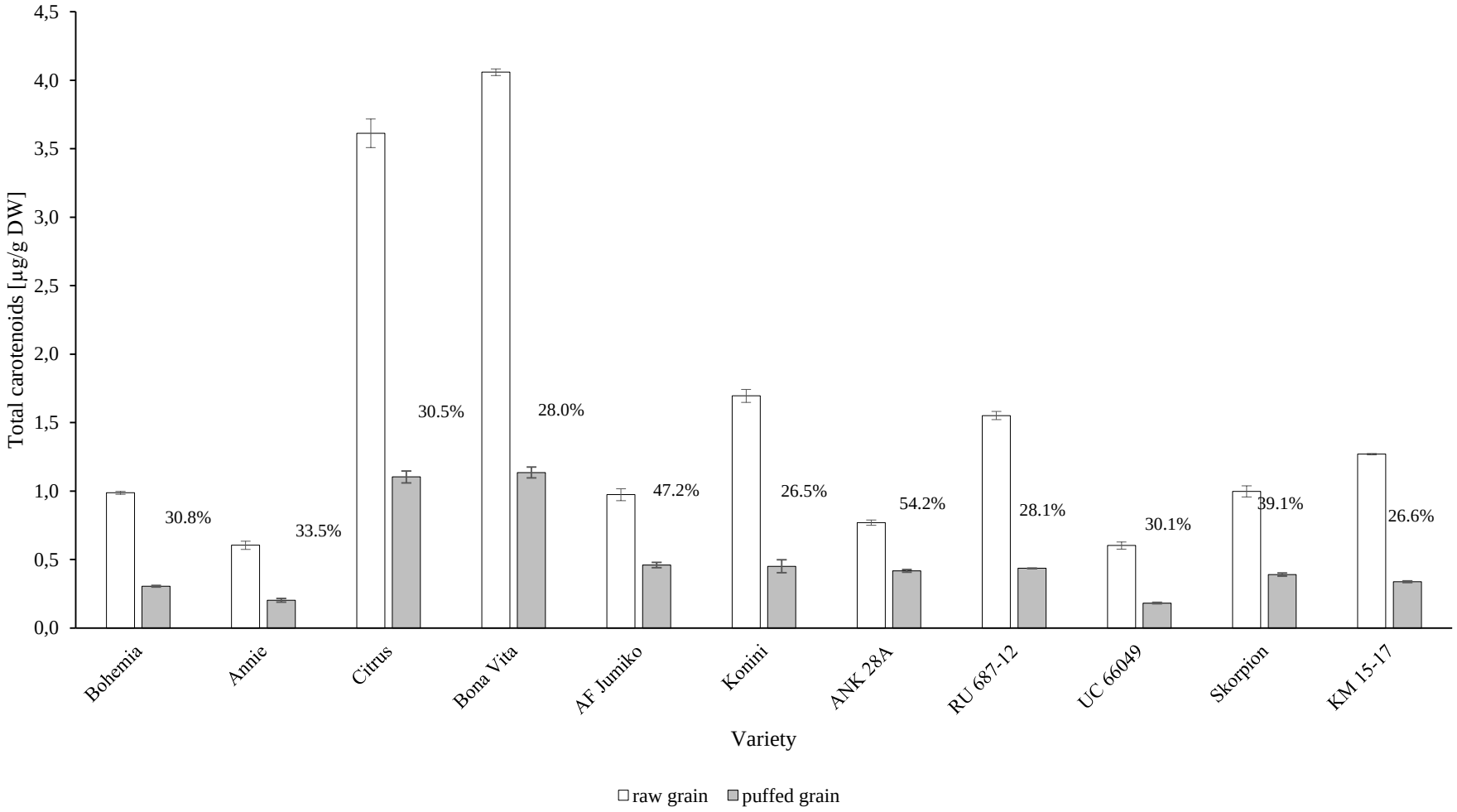
Degradace anthokyanů v obilném zrnu vlivem extruze u jednotlivých genotypů pšenice

Odrůda	Před extruzí	Po extruzi	%	Před extruzí	Po extruzi	%
	mg del-3-glu/kg sušiny		původního	mg kyan-3-glu/kg sušiny		původního
AF Jumiko	11,42	9,13	80,00	12,80	10,34	80,79
Konini	18,55	14,41	77,70	20,48	16,12	78,69
ANK-28A	18,75	12,39	66,09	20,78	13,93	67,02
RU 687-14	37,15	25,52	68,69	41,39	28,68	69,29
Skorpion	61,12	39,94	65,35	63,91	42,72	66,84
UC66049	99,84	56,79	56,88	101,35	58,59	57,81

Degradace karotenoidů v obilném zrnu vlivem vaření



Degradace karotenoidů v obilném zrnu vlivem pufování



Vzhled některých produktů z barevného zrna

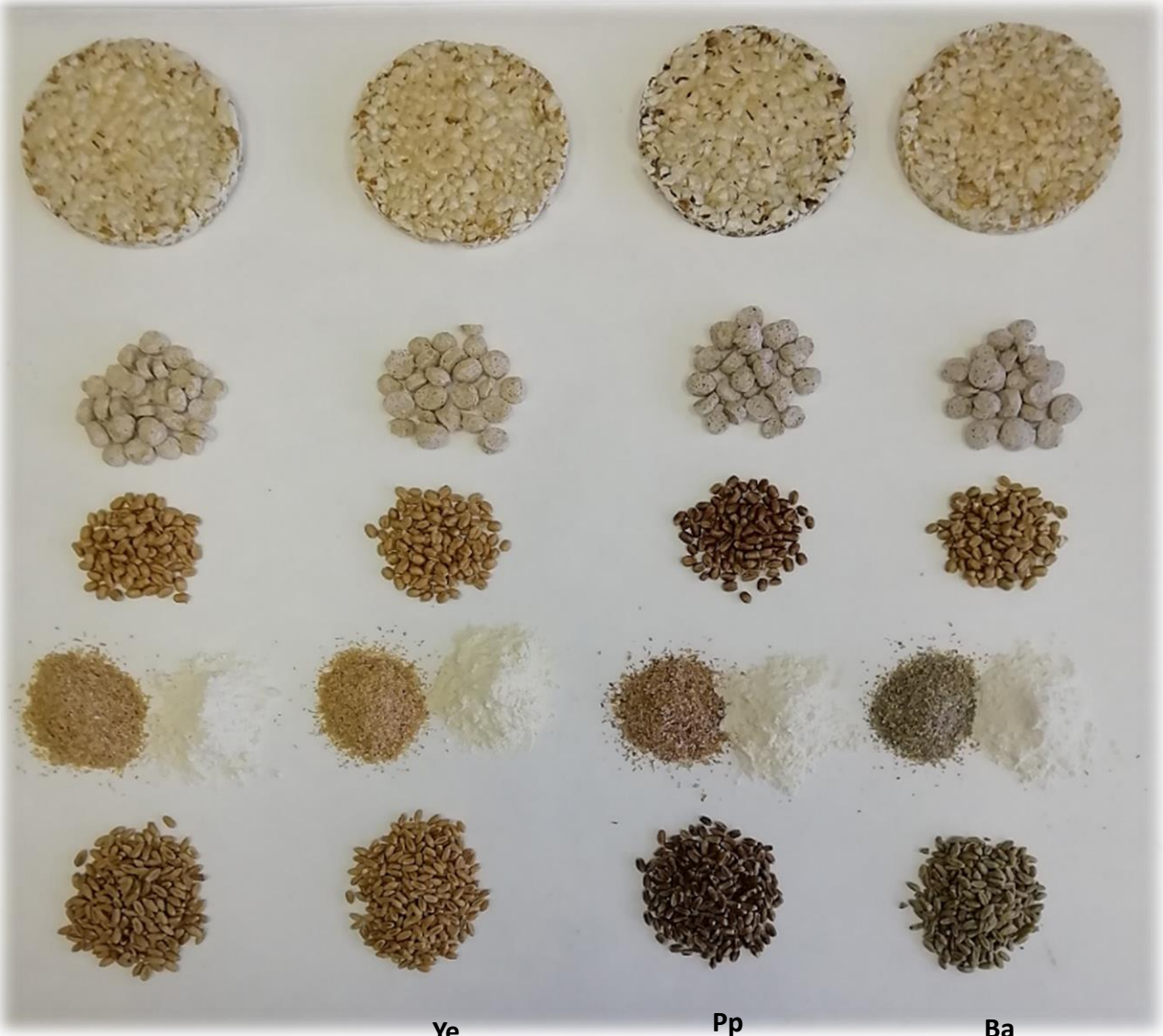
pufované (expandované) zrno

extrudát

vařené zrno

otruby/mouka

syrové zrno



standardní (červené)

Ye (žlutý endosperm)

Pp (purpurový perikarp)

Ba (modrý aleuron)

Pořadí šetrnosti zpracování zrna:

a) nezpracované zrno
b) vločky – úprava, která se nejvíce blíží syrovému zrnu
c) vaření (celého zrna)
d) pečení
e) extruze (z mouky)
f) pufování (neboli expanze) (z celého zrna)

Záleží na nastavení použité technologie Míra degradace barevných látek stoupá s teplotou a dobou zahřívání a klesá se stoupajícím obsahem vody ve zpracovávaném vzorku

Hemmrová Marie: ***Anthokyany pšenic s barevným zrnem***
Doktorská disertační práce, ČZU Praha, FAPPZ, Katedra chemie, Praha, 2021, 130 stran

Zdravotní význam barevných látek

Přímé studium vlivu konzumace pšenice s antokyany v zrnu na člověka je těžké. Je to těžké i v případě krmných testů na zvířatech. Je to hlavně z důvodu **velké technické a finanční náročnosti prováděných pokusů** a rovněž i vzhledem k **malé chemické stabilitě těchto látek**.

Proto v současnosti **je stále málo prokazatelných výsledků vlivu přímé konzumace barevných pšenic na zdraví konzumentů**.

Změny aktivity a exprese biotransformačních enzymů, zejména jaterních cytochromů P450 nebyly v žádném z provedených experimentů významně ovlivněny konzumací pšenice s vyšším obsahem anthokyanů.

U všech experimentů se zvířaty byla po konzumaci pšenice s anthokyany průkazně **zvýšena celková antioxidační kapacita krevní plasmy**.

U vybraných experimentů byly změřeny i **faktory oxidačního stresu**, které byly po aplikaci diety s antokyany **pozitivně ovlivněny**.

Oxidační stres se podílí např. na akceleraci aterosklerózy, degenerativních onemocněních, karcinogenezi apod. Dostatečná hladina antioxidantů a **mírné zvýšení celkové antioxidační kapacity organismu je žádoucí a tedy působí protektivně**.

Antioxidační účinek antokyanů se více projevil na starším poškozeném organismu. V plazmě slepic krmených purpurovou pšenicí byl zjištěn o 19 % vyšší **estrogenní účinek**, u potkanů byla fosforylace vitagellinu vyšší o 15 %. Tento estrogenní účinek bude i dále zkoumán u nosnic, které jsou nadále krmeny směsmi s obsahem purpurové a modré pšenice. (**pokusy na zvířatech provádí Mendelova univerzita v Brně**)

Funkční potraviny

Pod pojmem funkční potravina si obecně představujeme potravinu, která nějakým způsobem příznivě působí na lidský organismus. Doposud však v ČR ani v EU neexistuje žádný oficiální dokument, který by „funkční potravinu" definoval a uváděl pravidla a podmínky pro výrobu „funkční potraviny". Existuje však řada předpisů, které ačkoli přímo neuvádějí pojem „funkční potravina" s potravinami tohoto druhu úzce souvisejí. Jedná se zejména o předpisy týkající se označování potravin, neboť každá „funkční potravina" obsahuje na obalu jedno nebo více zdravotních tvrzení, které informují spotřebitele o příznivých účincích potraviny nebo její složky na lidský organismus.

Jednoduše se definují jako „potraviny s deklarovanými zdravotními účinky, vědecky podloženými“.

Pečivo s přídavkem šrotu z pšenice s purpurovým perikarpem

bulka - pšeničná mouka + celozrnný šrot z pšenice s purpurovým perikarpem

The Kornspitz Company GmbH, Kornspitzstraße 1, A-4481 Asten
Österreich

Vločky z odrůdy PS Karkulka

Pufované výrobky z odrůdy PS Karkulka

Další význam - vliv na odolnost ke klasovým fuzáriím

Odolnost k fuzáriu klasu 2019

Nejvyšší úroveň rezistence byla zjištěna ve skupině materiálů /5/ s červeným zrnem (DON 13,50 mg/kg), s dlouhou plevou /11/ (13,74 mg/kg), pak následovala skupina s MRS /4/ (s DON 18,29 mg/kg), náchylné byly s purpurovým perikarpem /9/ (69,21 mg/kg) a výrazně náchylné s modrým zrnem /16/ (80,45 mg/kg).

Nejvyšší úroveň rezistence ze všech zkoušených materiálů byla zjištěna u ANBW 2D s dlouhou plevou (obsah DON = 3,96 mg/kg, SH = 6,3, redukce HTZ = 9,17 %, redukce HTZ = 32,38). Největší náchylnost byla zjištěna u materiálu Schgt23/88 (IPK Gatersleben) (obsah DON = 280,13 mg/kg, SH = 1,7, redukce HTZ = 61,40 %, redukce HTZ = 70,41%).

Umělá infekce *F. culmorum*					
Odrůda/linie	**Vlastnost**	**SH3**	**DON (mg/kg)**	**Redukce HTZ (%)**	**Redukce HZK (%)**
Hexaploidní formy pšenice:					
Blue Dark	Ba	4,50	16,46	16,65	12,71
Sommer Berlin	Ba	4,17	85,36	11,30	17,82
Schgt23/88	Ba	2,50	257,90	67,33	70,03
99.6.9 (2)	Ba	3,67	18,58	18,46	25,92
ATri431779SKL (IPK Gatersleben)	Ba	3,83	85,56	37,40	43,07
Barevná 25	Ba	3,67	74,43	46,80	56,18
Barevná 9	Ba	4,67	25,39	28,18	48,46
Blue Baart	Ba	2,33	42,54	33,10	65,27
EF02-5426-3	Ba	6,17	18,05	21,01	38,95
H 83-952-1	Ba	3,33	100,46	56,97	67,03
H 90-35-1	Ba	3,00	48,41	43,21	66,96
Schgt23/88 (IPK Gatersleben)	Ba	1,67	280,13	61,40	70,41
Sommer Berlin (F.J.Zeller)	Ba	2,50	166,98	48,52	57,71
Thatcher Blue (John Innes Centre)	Ba	3,83	12,57	1,79	9,55
Blue Dark (99.6.9)	Ba	4,33	11,08	20,47	45,52
ANW20A	Ba	4,50	43,33	26,92	58,72
průměr		**3,67**	**80,45**	**33,72**	**47,14**
T. aestivum var. hostiviolaceum A-0107223	Pp	2,83	84,16	43,89	69,60
T. aestivum var. hostiviolaceum A-0107222	Pp	3,67	121,34	50,68	74,58
T. aestivum var. erytroviolaceum A-0107029	Pp	4,00	80,45	44,84	63,28
T. aestivum var. barbioviolaceum A-0107220	Pp	4,33	60,46	30,30	27,78
Purple Feed	Pp	3,67	145,50	48,95	57,24
Purple	Pp	3,17	55,33	35,30	29,84
Konini	Pp	4,33	57,01	32,11	42,36
ANK-28A	Pp	5,33	10,11	26,23	52,23
ANK-28B	Pp	5,33	8,52	23,18	46,92
průměr		**4,07**	**69,21**	**37,28**	**51,54**
ANK-1E	R	4,67	13,66	24,09	46,20
ANK-1D	R	4,33	16,71	30,68	53,08
ANK-1C	R	5,50	7,63	15,71	34,94
ANK-1B	R	5,17	11,71	24,37	39,76
ANK-1A	R	4,50	17,81	20,60	36,72
průměr		**4,83**	**13,50**	**23,09**	**42,14**
ANBW 2C	Lg	4,50	15,01	14,21	45,06
ANBW 2E	Lg	4,17	17,11	25,36	54,83
ANBW 2G	Lg	4,67	25,07	19,12	35,42
ANBW 2L	Lg	4,83	28,11	25,41	54,85
ANBW 2N	Lg	4,67	24,51	19,79	25,44
ANBW 2N	Lg	5,17	8,02	19,99	38,34
ANBW 2D	Lg	6,33	3,96	9,17	32,38
ANBW 2F	Lg	6,00	4,66	20,26	41,01
ANBW 2H	Lg	6,17	7,95	13,98	42,60
ANBW 2K	Lg	5,75	6,64	12,84	37,13
ANBW 2M	Lg	5,33	10,15	20,44	51,45
průměr		***5,23***	***13,74***	***18,23***	***41,68***
ANBW 6A	MRS	4,67	18,56	20,97	50,79
ANBW 6A (Novosibirskaya 67*7/KM 244-97)	MRS	5,17	15,95	18,34	47,00
ANBW 6A/ANK-38	MRS+Cs	2,67	10,28	16,70	30,95
ANBW 6A/ANK-26B	MRS+Ng	2,67	28,37	38,48	53,57
průměr		***3,79***	***18,29***	***23,62***	***45,58***
Novosibirskaya 67 (recipientní o.)	W	4,50	18,30	19,92	55,39
Tetraploidní formy pšenice:					
M 90-41	Ba	4,50	43,19	34,01	40,38
ANDW 20A/4A	Ba	3,00	73,08	26,90	39,42
ANDW 20A	Ba	4,00	45,50	28,53	49,76
ANDW 9A	R	5,33	24,67	23,14	42,58
ANDW 9B	R	5,25	23,77	16,43	37,41
ANDW 7A/5A	Ch+Lg	3,67	33,89	27,11	53,00
ANDW 7B/5B	Ch+Lg	3,00	112,57	28,47	49,90
ANDW 5A	Lg	4,33	15,02	8,73	37,98
ANDW 5B	Lg	2,50	47,33	31,56	66,73
ANDW 5E	Lg	3,83	22,64	4,05	33,82
ANDW 5G	Lg	3,33	22,36	17,35	13,22
ANDW 5H	Lg	2,83	20,10	28,38	58,91
ANDW 5A/7A	Lg	4,00	35,84	24,36	31,80
ANDW 5C	Lg	4,17	55,34	22,98	41,11
ANDW 5B/7B	Lg	4,00	56,20	4,79	23,58
ANDW 5J	Lg	3,00	40,66	31,96	57,72
ANDW 5F	Lg	4,67	26,08	19,62	35,15
ANDW 5D	Lg	3,67	24,70	29,02	52,36
ANDW 5K	Lg	3,50	28,76	23,66	33,17
ANDW 2A	Hg	4,50	43,75	28,14	28,47
LD222 (recipientní o.)	W	6,00	25,66	22,46	39,15
2593103 *Triticum turgidum* L. convar. *compositum* (	B	5,00	25,02	23,70	32,27
Ba - modrý aleuron, Pp - purpurový perikarp, R - červené zrno, Y - bílé zrno, MRS - mnohořadý klas, Lg - dlouhá pleva, Ch - chlorina (mutace chlorofylu), Ng - bez ojínění, Cs - kompaktní klas, B - větevnatý klas, Hg - ochmýřená pleva					
HTZ= hmotnost tisíce zrn					
HZK = hmotnost zrna na klas					
SH3 - bodové hodnocení (průměr tří stanovení)					

Výsledky jarní pšenice ze sklizně 2020 v Kroměříži se symptomatickým hodnocením výskytu fuzárií klasu (zdá se, že genotypy s purpurovým perikarpem a dlouhou plevou jsou odolnější)

lepší odolnost
horší odolnost

Název	Vlastnost *)	Donor	Gen	Chromosom	Výnos - 14% (t/ha)	Výnos - 14% (t/ha)	HTS (g)	HTS (g)	Objemová hmotnost (kg/hl)	Objemová hmotnost (kg/hl)	Fuzárium klasu (9-1)	Fuzárium klasu (9-1)	Fuzárium klasu (% napadených)	Fuzárium klasu (% napadených)
					bez inf.	s inf.	bez inf.	s inf.	bez inf.	s inf.	bez inf.	s inf.	bez inf.	s inf.
					A	B	A	B	A	B	A	c	A	B
Novosibirskaya 67	W	(recurrent parent)			5,60	2,85	34,7	35,1	77,4	73,6	7	6	21,0	44,3
ANK-28B	Pp	k-49990 (Australia)	*Pp1; Pp3*		5,28	3,53	30,1	32,3	78,0	73,7	8	5	8,3	49,7
ANK-28A	Pp	k-49426 (Canada)	*Pp1; Pp2*		4,70	2,67	35,4	32,1	74,7	72,8	8	4	6,7	60,7
ANBW 9B…b	Ba	RU440/N67 BC6F2 16.25.1 (#3)	*Ba2*	4AL	5,10	2,30	41,2	38,4	77,6	72,1	6	5	55,3	67,0
ANBW 9B	Ba	RU440/N67 BC6F2 16.25.1 (#3)	*Ba2*	4AL	2,07	2,07	32,6	32,6	75,4	74,3	4	4	78,7	78,7
ANBW 6A/ANK-38	MRS + Cs	selection from ANBW 6A/ANK-38	*mrs1+(nutno dohledat)*	2D/2D	3,30	1,97	28,7	24,2	77,6	73,1	7	3	38,7	78,7
ANBW 6A/ANK-26B	MRS + Ng	selection from ANBW 6A/ANK-26B	*mrs1+(nutno dohledat)*	2D/2D	3,43	1,80	31,2	25,6	76,6	70,5	7	4	55,3	86,7
ANBW 2L	Lg	*T. aestivum* PI 191912 Arrancada #50 (2n=42)	*P1*	7A	4,21	2,76	38,2	36,4	76,3	72,5	8	5	10,0	38,7
ANBW 2K	Lg	*T. aestivum* PI 191872 Arrancada #36 (2n=42)	*P1*	7A	2,94	1,74	37,5	35,1	77,4	71,5	8	6	13,3	50,0
ANBW 2H	Lg	*T. aestivum* PI 191845 Arrancada #26 (2n=42)	*P1*	7A	3,07	1,27	35,6	35,2	78,8	72,4	8	5	11,7	60,7
ANBW 2G	Lg	*T. aestivum* PI 191837 Arrancada #24 (2n=42)	*P1*	7A	2,96	1,53	36,4	35,8	77,6	71,1	8	5	13,3	38,7
ANBW 2F	Lg	*T. aestivum* PI 191834 Arrancada #22 (= ESP8861) (2n=42)	*P1*	7A	3,59	2,14	37,3	36,5	74,7	71,0	8	5	15,0	72,3
ANBW 2E	Lg	*T. aestivum* PI 191828 Arrancada #19 (2n=42)	*P1*	7A	4,11	2,23	37,6	35,4	79,3	73,7	8	5	27,0	73,3
ANBW 2D	Lg	*T. aestivum* PI 191620 Arrancada #6 (2n=42)	*P1*	7A	2,94	1,35	37,2	35,8	78,2	71,8	8	5	15,0	78,7
ANBW 2C	Lg	*T. petropavlovskyi* K44126 (2n=42)	*P1*	7A	3,32	1,82	38,5	35,9	77,0	73,5	8	5	27,0	44,3
ANBW 4B	Chlorina	CDd2, a mutant of Langdon	*cn-B1b*	7B	4,14	1,82	37,6	34,9	78,4	74,2	8	4	21,0	78,7
ANBW 4A	Chlorina	ANW 7A, a near-isogenic line of LD222	*cn-A1d*	7A	4,77	3,44	37,2	39,6	77,8	73,3	8	5	38,0	55,3
ANBW 11B	Reduced height	ANK-12A/Novosibirskaya 67	*Rht-D1b*	4D	3,48	2,84	35,4	33,6	79,0	72,8	8	5	51,7	85,0
Cschermaks B. S.	Ba		*Ba2*	4AL	2,44	1,47	36,8	36,3	75,5	73,7	8	6	38,7	73,3
H90-15-2	Ba		*Ba1 (introgrese dvou párů chromosomů)*	4BL	1,07	2,45	35,6	35,4	75,7	70,1	8	7	49,7	89,3
UC 66049	Ba	01C0205100	*Ba1*	4BL	3,30	2,77	35,0	38,5	75,1	73,1	8	7	27,0	56,0
Xiao Yan	Ba		*?*		3,53	1,41	31,9	26,5	75,1	70,9	6	3	60,7	67,0
RU 687-12	Pp				5,17	3,67	40,5	40,9	76,0	73,6	9	7	6,7	38,7
Konini	Pp				4,04	2,43	32,8	34,0	78,9	71,3	8	6	10,0	55,3
Purple Feed	Pp				4,51	2,63	43,2	42,9	77,2	72,4	8	7	8,3	49,7
TA 2042	Ye				3,50	1,93	34,5	30,9	78,4	71,5	4	5	37,7	60,7
LD222	W	(recurrent parent)			2,32	1,81	32,6	35,4	76,1	73,7	7	5	10,0	44,3
ANDW 5C	Lg	*T. petropavlovskyi Masty* renko (2n=42)	*P1*	7A	1,14	0,86	33,9	35,7	78,4	73,1	8	6	5,0	10,0
ANDW 5D	Lg	*T. polonicum ssp. abyssinicum*	*P1*	7A	1,00	0,57	36,4	33,6	74,5	70,5	8	5	14,3	17,7
ANDW 5F	Lg	*T. aestivum* PI 191834 Arrancada #22 (= ESP8861) (2n=42)	*P1*	7A	0,89	0,72	36,9	32,9	74,9	74,3	8	4	25,3	33,0
ANDW 5J	Lg	*T. aestivum* PI 191872 Arrancada #36 (2n=42)	*P1*	7A	0,70	0,52	34,5	34,2	76,1	72,1	8	4	5,0	27,0
ANDW 5K	Lg	*T. polonicum ssp. abyssinicum* PI 387479	*P1*	7A	0,62	0,39	32,3	33,1	77,7	72,8	8	4	10,0	38,7
ANDW 7A/5A	Chlorina + Lg	pair of recombinant chomosomes?	*cn-A1d + P1*	7A/7A	1,03	1,10	38,2	35,4	78,8	72,5	7	6	6,7	38,7
ANDW 7B/5B	Chlorina + Lg		*cn-B1b + P2*		1,00	0,87	36,7	35,8	75,5	73,6	7	6	17,7	27,0
Anabell	kontrola				5,96	4,21	35,4	34,6	75,3	73,7	7	3	55,3	86,7
Kabot	kontrola				5,54	3,07	39,1	40,1	74,6	70,1	7	4	55,3	86,7
Registana	kontrola				5,96	3,36	39,2	37,1	78,6	72,8	8	4	49,7	78,7

Závěry

Prezentace přináší nové informace o barevných pšenicích a zřejmě předznamenává nástup intenzivního šlechtění odrůd pšenice s černým zrnem, jako výsledku kumulace genů pro různé barvy (purpurovou, modrou, žlutou).

Cílem tohoto úsilí je další zvyšování zdraví prospěšných látek.

Popularizace informací o barevných pšenicích by měla vytvořit vhodné informační pole pro vzbuzení zájmu praktické veřejnosti z řad spotřebitelů, zpracovatelů a pěstitelů o tuto problematiku.

Poděkování patří projektům MZE:

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ

Institucionální podpora na rozvoj výzkumné organizace RO1118

Výzkumný projekt QJ1510206 „***Výzkum odlišných typů zabarvení zrna pšenice způsobených látkami s antioxidačním účinkem jejich využití pro tvorbu odrůd s příznivým zdravotním benefitem pro výživu člověka a zvířat***“

Výzkumný projekt QK1910343 ***„Nové znaky pšenice pro zvýšení adaptačních možností v prostředí globální změny klimatu“***

Poděkování patří spolupracovníkům:

Agrotest fyto s.r.o., Kroměříž
Hana Chytrá, Ing. Ondřej Jirsa, Ph.D.

Česká zemědělská univerzita v Praze
Prof. Ing. Jaromír Lachman, CSc., Ing. Matyáš Orsák, Ph.D., Ing. Zora Kotíková, Ph.D., Ing. Marie Hemerová, Ph.D., Ing. Barbora Burešová, Ing. Miloslav Šulc, Ph.D. Doc. Ing. František Hnilička, Ph.D., Ing. Helena Hniličková, Ph.D.

Výzkumný ústav rostlinné výroby v.v.i. Praha
Ing. Martina Trávníčková, Ing. Jiří Hermuth, Ing. Jana Chrpová, CSc.

Mendelova univerzita v Brně
Doc. Mgr. Ing. Eva Mrkvicová, Ph.D., MVDr. Bc. Ing. Ondřej Šťastník, Ph.D., Doc. Ing. Tomáš Vyhnánek, Ph.D.

Univerzita Palackého v Olomouci
Doc. RNDr. Eva Anzenbacherová, CSc., Mgr. Pavel Kosina, Ph.D., Mgr. Iveta Zapletalová

Ditana, s.r.o., Velká Bystřice u Olomouce
Ing. Alena Bezdíčková, Ph.D.

DĚKUJI ZA POZORNOST