

Problematika zatiranja bolezni žit, ki jih povzročajo glive iz rodu *Fusarium*

mag. Stanislav VAJS

FKBV Maribor

Ljubljana, 02.06. 2010

Neposredna povezava

- n Problematika pridelave pšenice (strnih žit) v Sloveniji
- n Problematika zatiranja bolezni žit, ki jih povzročajo glive iz rodu *Fusarium*
- n Murska Sobota (maj 129 % , junij 181%)

Fuzarioze – bolezni, ki jih povzročajo glive iz rodu *Fusarium* – fuzarijski mikotoksini

SPECIES OF FUSARIUM:	SLO	Toxine: DON – deoxynivalenol, NIV – nivalenol, ZON – zearalenon, BE – beauvericin, T-2, HT-2, fx – fusarenon X, M – moniliformin, ENS – eniatines,
<i>F. culmorum</i>	ööö	ZON, DON, NIV, fx, ...
<i>F. graminearum</i>	öö	DON, ZON, NIV, fx, ...
<i>F. avenaceum</i>	öö	DON, ZON, NIV, M, BE, ENS,
<i>F. poae</i>	ö	fx, T-2, HT-2, ZON, BE, NIV, ENS, ...
<i>F. nivale</i> (Microdoh. nivale)	ööö	??????
<i>F. cerealis</i>	ö?	NIV, ZON, Fx, ...
<i>F. subglutinans</i>	öö	M, ZON, ...
<i>F. equiseti</i>	ö	NIV, ZON, ...
<i>F. verticillioides</i>	ö?	M,
<i>F. proliferatum</i>	?	...
<i>F. semitectum</i>	?
<i>F. sporotrichoides</i>	ö	T-2, HT-2, ...
<i>F. tricinctum</i>	?	M,
<i>F. acuminatum</i>	?	T-2, ENS,
<i>F. oxysporum</i>	öö	M,??
<i>F. solani</i>	öö??

Funkcija produkcije mikotoksinov pri glivah iz rodu *Fusarium* ni povsem jasna

- n obseg produkcije mikotoksinov se zelo spreminja glede na življenjske razmere glive
- n pri mnogih vrstah je neznano razmerje med različnimi učinki (omogočanje patogeneze, metabolni izloček brez jasne funkcije, izloček za obrambo proti drugim glivam, ...)
- n ena od funkcij je omogočanje procesa patogeneze (blokada sinteze gostiteljevih proteinov, blokada delovanja gostiteljevih obrambnih snovi, ...)
- n mikotoksini so v napadenih tkivih predhodnica micelija zato so vodotopni in dokaj dobro gibljivi po tkivih gostitelja
- n pri najpomembnejših vrstah (*F. culmorum* in *F. graminearum*) so nedvoumno dokazali, da je produkcija mikotoksinov pomembna za patogenezo, čeprav je okužba možna tudi brez produkcije mikotoksinov, vendar v bistveno manjšem obsegu

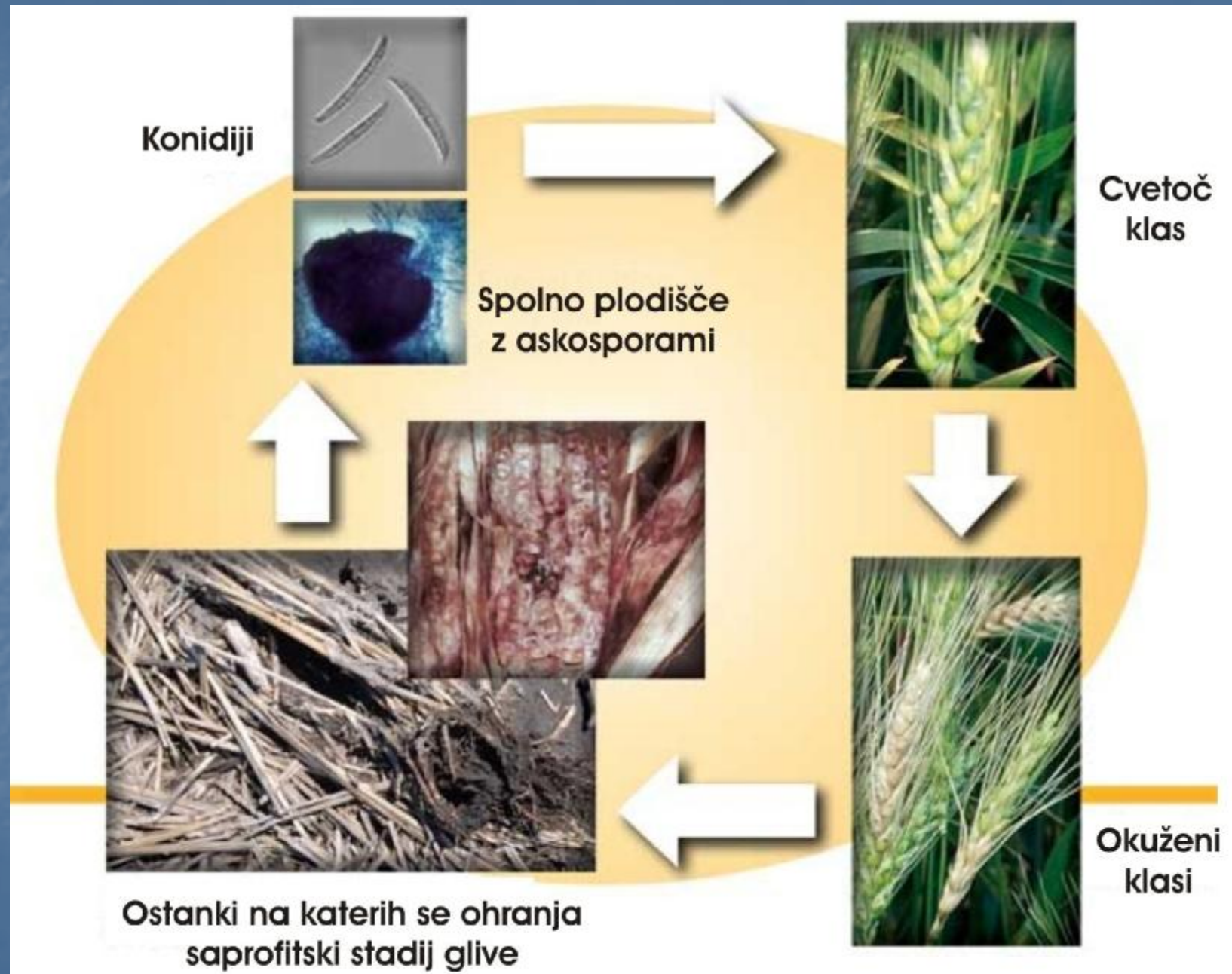
Fuzarijske glive kompleks nožnih bolezni



Fuzarijske glive kompleks bolesti klasa



F. graminearum



Selekcija sort na odpornost

- n visoko odporne sorte ne obstajajo (tudi GM tipi ne)
- n z vidika odpornosti ločijo pri selekciji sort 6 tipov odpornosti (3 v povezavi s procesom vdora glive v organe (resistance to infection; Type I, II) in 3 v povezavi z širjenjem glive po tkivih gostitelja (resistance to spread; Type III, IV, V, ...))
- n odpornost na posamezno vrsto v rodu *Fusarium* ne pomeni samodejne odpornosti na vse druge vrste v rodu *Fusarium*. Različne vrste imajo različen spekter mikotoksinov in zato so proti različnim vrstam fuzarijev potrebni različni obrambni mehanizmi rastline. V glavnem se selekcija vrši na 2 do 4 vrste fuzarijskih gliv. Pri testih se uporabljajo mešanice izolatov 2 do 4 vrste (umetne infekcije).
- n različni tipi odpornosti so različno izraženi in različno pomembni pri različnih sortah in različnih tipih žit

Selekcija sort na odpornost 2

- n eni tipi odpornosti rešujejo učinek znižanja pridelka, drugi učinek visoke vsebnosti mikotoksinov. Za reševanje obojega mora sorta imeti več mehanizmov odpornosti, ki pa se dedujejo na različne načine, zato je proces selekcije dolgotrajen.
- n korelacija med kakovostjo v pogledu pekovskih lastnosti in stopnjo odpornosti je slaba. V procesu pogosto ni možno združiti obeh lastnosti na visokem nivoju.
- n tolerantnost na učinek mikotoksinov. Celice rastline prenesejo velike koncentracije mikotoksonv brez, da bi pričele propadati. To je dobro za reševanje količine pridelka, ne rešuje pa težav z vsebnostjo mikotoksinov. Pri takšnih sortah zrnja z zmerno vsebnostjo mikotoksinov ni možno izločiti z običajnimi postopki čiščenja.
- n aktivni ali pasivni metabolizem mikotoksinov je povezan s prejšnjim mehanizmom. Celice rastline s pomočjo encimov razkrojijo mikotoksine ali pa nanje vežejo snovi, ki povzročijo inaktivacijo (konjugati). V tem primeru je vsebnost mikotoksinov majhna.

Vrednotenje sorte občutljivost

Winterweizen

Anfälligkeit	Qualitätsweizen / Aufmischweizen	Mahlweizen	Futterweizen / Sonstiger Weizen
1			
2		Vitus	
3	Antonius, Astaro, Fridolin	Romanus, Stefanus, Toras	Bonitus
4	Atrium, Brutus, Capo, Erla Kolben, Estevan, Exklusiv, Exquisit, Philipp, Pireneo, Renan, Saturnus, Xenos	Aurolus, Chevalier, Ilias, Justus, Magnus	
5	Achat, Altos, Granat, Josef, Ludwig, Lukas, SW Maxi	Augustus, Dekan, Emerino, Eurofit, Ferdinand, Kolumbus, Levendis, Pegassos, Profit	
6	Edison, Furore	Aristos, Belmondo, Globus	Freiko, Manhattan
7		Complet, Grandios, Tulsa	Contra, Komfort, Winnetou
8			
9			

Bewertung von 1 = nicht anfällig bis 9 = sehr stark anfällig

Quelle: Beschreibende Sortenliste 2006, AGES, Inst. für Sortenwesen

Sorte	Fus.	DTR	S.tritici	Mehl.	Braunr.	Lr Gene
Akteur	4	5	7	7	3	n.b.
Biscay	5	6	9	4	3	10, 26, 37
Boomer	5	5	5	4	4	13, 37
Brilliant	4	5	4	2	3	3a, 10, 13, 17b, 26
Chevalier	4	4	4	2	5	n.b.
Cubus	4	4	6	2	7	n.b.
Dekan	5	5	4	1	8	10, 13
Discus	3	4	3	1	4	n.b.
Hermann	3	5	4	2	4	10, 13, 14a, 37
Inspiration	6	5	4	3	5	13, 17b, 26
JB Asano	5	6	6	3	5	n.b.
Jenga	4	3	3	3	5	10, 13
Julius	5	4	3	3	3	n.b.
Kredo	5	4	3	2	3	n.b.
Magnus	4	3	4	6	3	13, 14a, 26
Manager	5	4	4	5	5	10, 13, 14a, 17b, 26, 37
Mulan	4	5	5	4	4	10, 13, 14a, 37
Potenzial	5	5	5	2	4	10, 13, 37
Ritmo	7	8	6	5	7	13, 14a, 17b, 26
Schamane	5	5	4	4	7	n.b.
Skalmeje	3	6	4	5	7	n.b.
Tabasco	4	6	3	1	2	n.b.
Tommi	5	5	4	2	7	37
Toras	2	6	4	5	4	3a, 10, 13, 17b, 26
Tuareg	6	5	4	1	4	37
Türkis	4	6	3	1	4	37
Winnetou	5	5	4	7	7	10, 13, 26

Niedrige Noten (bis 4) bedeuten geringe, 5 und mehr hohe Anfälligkeit.

■ = Hohe Anfälligkeit, besondere Vorsicht bei Infektionswitterung

■ = Vorsicht! Sorte könnte bei intensiver Braunrost-Infektionswitterung anfälliger reagieren, als nach der Einstufung zu erwarten wäre.

n.b. = nicht bekannt

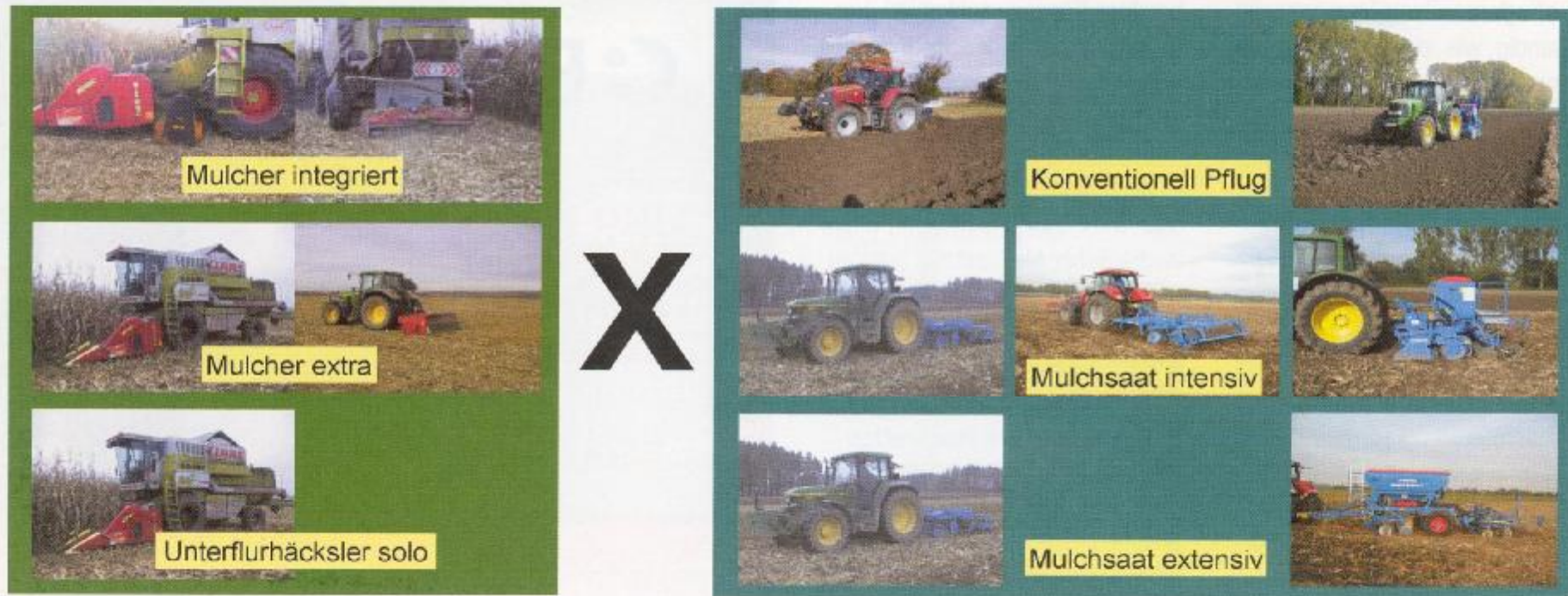
Quelle: BSA-Liste, eigene Beobachtungen

Delež okužene celotne površine klasa v %

SORTA	1. Ponovitev	2. Ponovitev	3. Ponovitev	Povprečje
CUBUS	10,75	10,36	14	11,70
DEKAN	18,32	8,12	7,96	11,47
AKRATOS	7,94	7,42	5,44	6,93
BATIS	10,11	8,98	10,39	9,83
PLUTOS	6,14	5,97	4,37	5,49

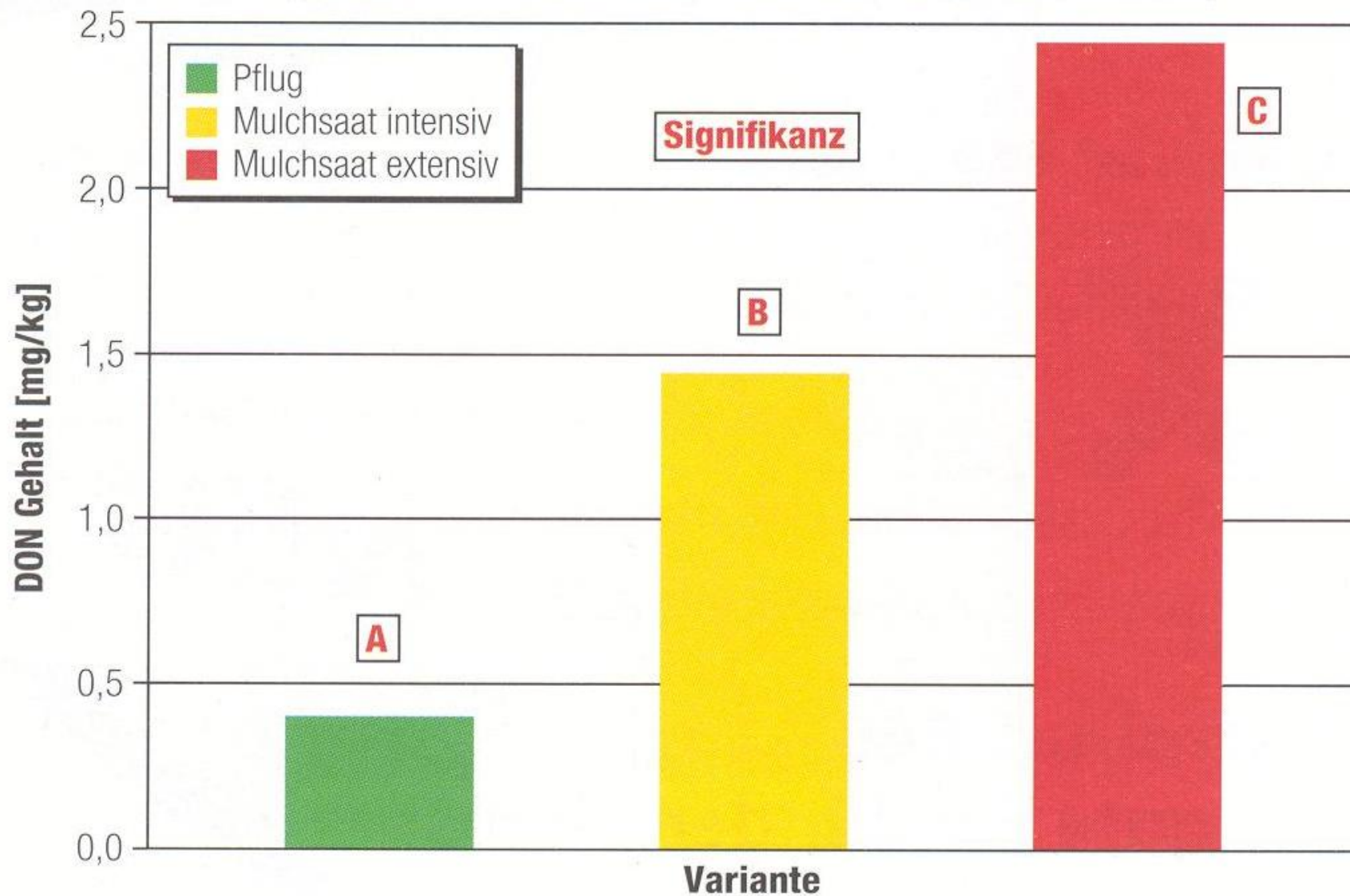
Načrt poskusa

Abb. 1: Übersicht Versuchsaufbau

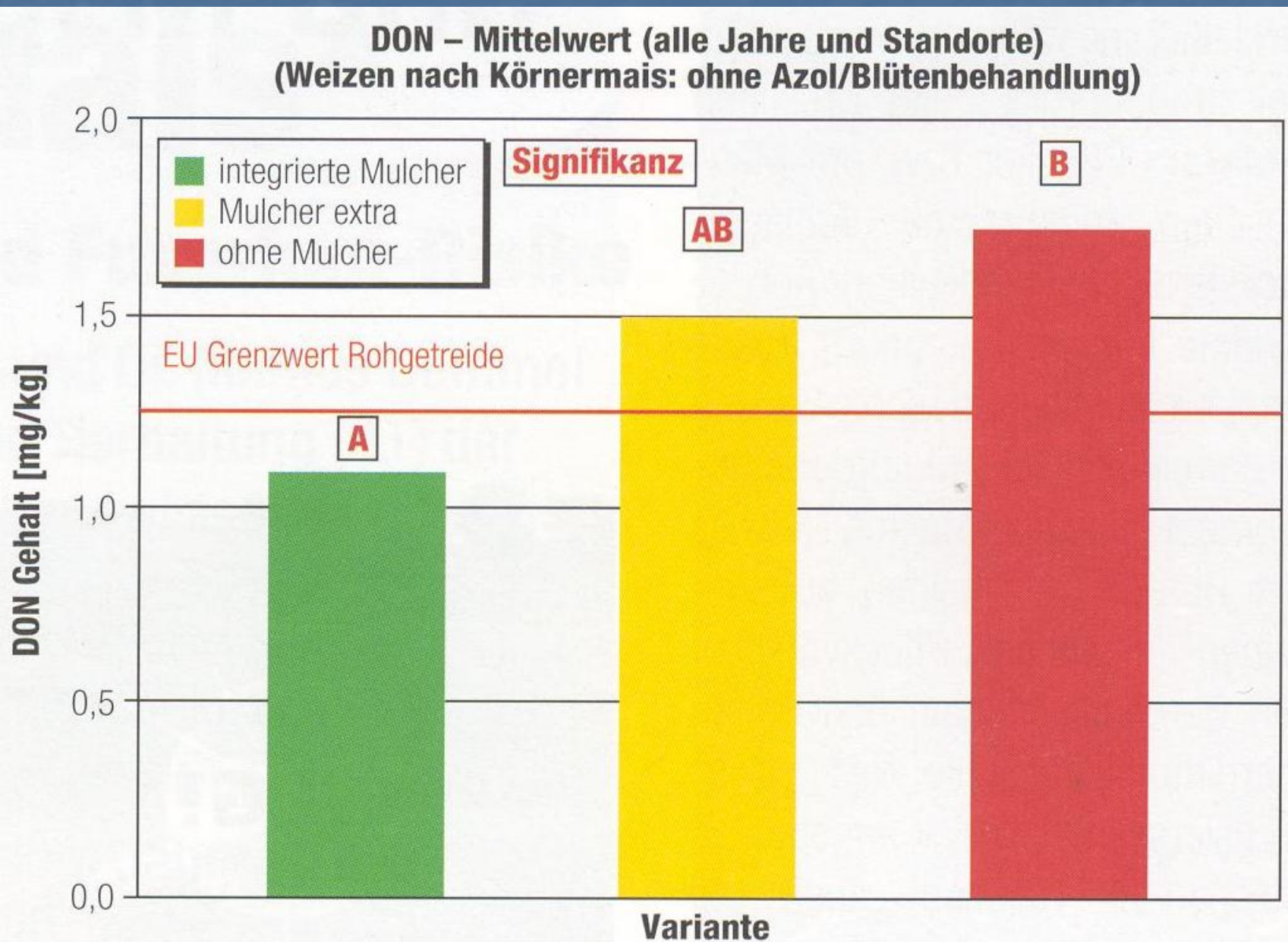


Vpliv obdelave tal na vsebnost DON-a

**DON – Mittelwert (alle Jahre und Standorte)
(Weizen nach Körnermais: ohne Azol/Blütenbehandlung)**



Vpliv mulčenja na vsebnost DON-a



Problemi kontaminacije zrnja z mikotoksini po zaključku mlečne zrelosti pred žetvijo

- n v več primerih so ugotovili nizko korelacijo med maso micelija glive v okuženem zrnju in količino mikotoksinov v njem. Večji del, v analizah zrnja ugotovljene količine mikotoksinov izvira iz tkiva rastline in ne iz tkiva micelija v napadenih organih. To drži za zrnje pred žetvijo. Po dolgotrajnem skladiščenju se lahko razmerje spremeni.
- n micelij glive lahko prodre v zrnje v zadnjem delu mlečne zrelosti skozi rachilo. Takrat delovanje fungicidov prične popuščati.
- n ker so fuzarijski mikotoksini v glavnem dobro topni v vodi obstaja možnost, da v času po mlečni zrelosti preidejo iz okuženih v neokužena zrna. Dobimo zrnje, ki nima nobenih znakov okužbe, površinsko pa vsebuje mikotoksine. Takšnega zrnja v procesu čiščenja ni možno izločiti. To se dogaja v zelo deževnih letih in v primeru obsežnega poleganja žit.

Problemi kontaminacije zrnja z mikotoksini po žetvi tekom skladiščenja:

- n kontaminacija zaradi nadaljevanja aktivne rasti micelija v neustreznih razmerah skladiščenja
- n zunanja kontaminacija zdravih zrn z miceliji in trosi, ki vsebujejo mikotoksine
- n zunanja kontaminacija zdravih zrn pri stiku med zdravimi in okuženimi zrni zaradi mikro-kondenzacijskih procesov (neustrezna regulacija temperature zrnja v postopku uskladiščenja)

Problemi izbora fungicidov:

- n izhodiščne biološke učinkovitosti so dokaj nizke tudi pri povsem novih fungicidih
- n enak fungicid lahko ima zelo različno učinkovitost na različne vrste iz rodu *Fusarium*
- n neučinkoviti fungicidi torej lahko spodbudijo tvorbo mikotoksinov
- n problemi pri fungicidih, ki eliminirajo konkurenčne saprofitske glive, nimajo pa zatiralnega učinka na glive iz rodu *Fusarium*.

Stres in produkcija mikotoksinov pri glivah iz rodu *Fusarium*:

- n neugodne razmere za razvoj glive navadno povečajo obseg produkcije mikotoksinov
- n dejavniki stresa (vremenski, obrambni odziv gostitelja, kompeticija z drugimi glivami, učinek fungicidov in drugih kemikalij, ...)
- n fungicidi, ki glive ne ubijejo povzročijo povečano produkcijo mikotoksinov
- n fungicidi, ki glive ne ubijejo, ubijejo pa konkurenčne glive povečajo obseg razvoja fuzarijskih gliv

Problemi aplikacije fungicidov in določanje optimalnega termina aplikacije:

- n fungicide vedno apliciramo preventivno
- n pri kurativni uporabi navadno učinkovitost hitro pada (10-20 % na 24 ur po začetku procesa infekcije v času cvetenja)
- n sistemskim (triazoli, strobilurini, ...) je potrebno dodajati kontaktne komponente (mankozeb, klorotalonil, ...)
- n problemi neučinkovitosti v primeru notranje naselitve klasa z micelijem, ki je prodrl iz stebela po sistemski okužbi (*F. culmorum*) in ni izviral iz zunanjih okužb cvetov

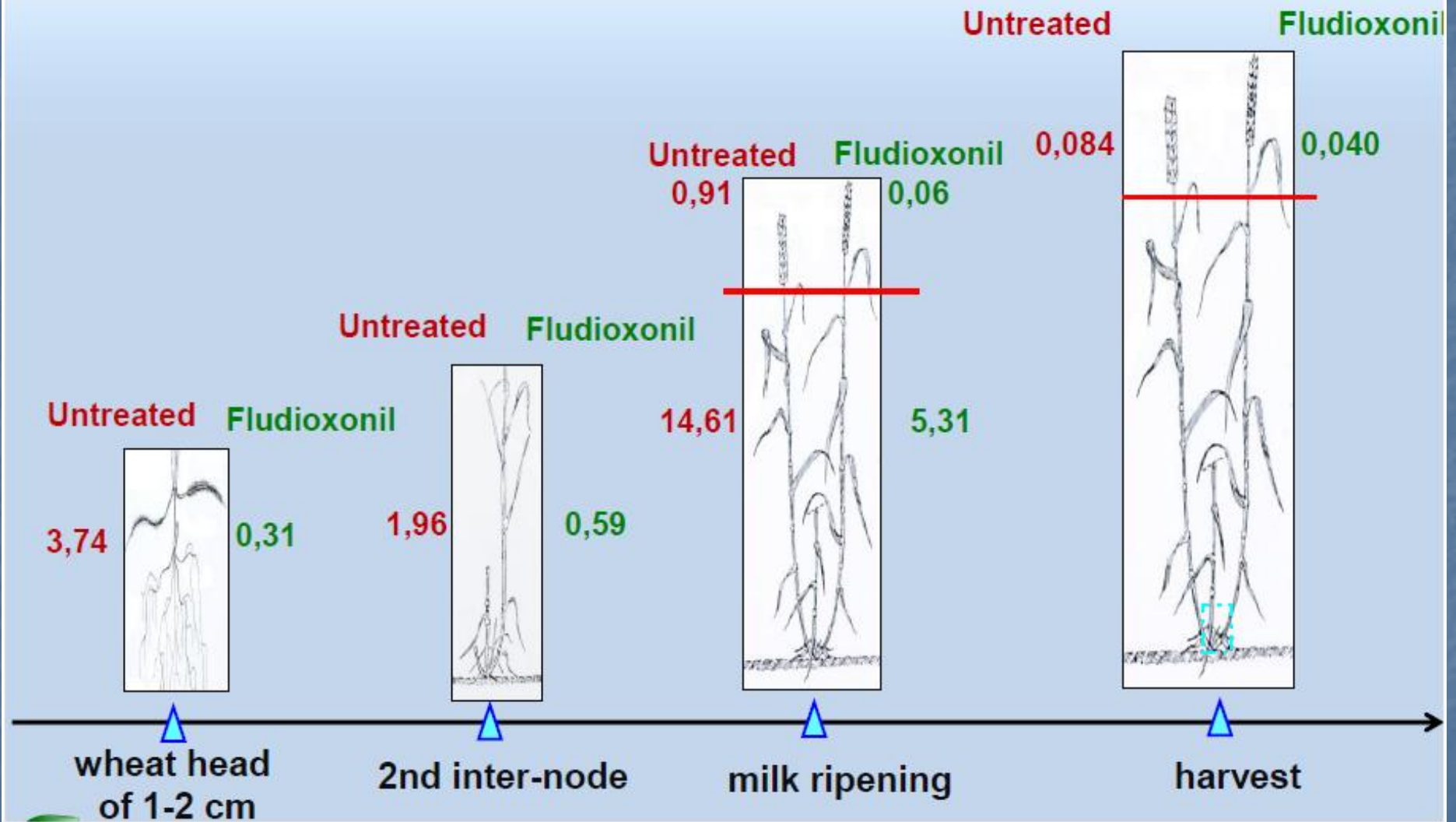
Problemi aplikacije fungicidov in določanje optimalnega termina aplikacije 2

- n najslabše učinkovitosti so pri sortah, ki niso odporne za širjenje glive po klasu. Gliva lahko izvrši okužbo v spodnjem delu klasa in prodre v centralno klasno vreteno. V tem primeru propadejo vse regije klasa nad mestom infekcije.
- n visoka učinkovitost v pogledu stopnje redukcije napadenih tkiv še ne pomeni, da bo zrnje imelo majhno vsebnost mikotoksinov. Fungicid lahko zmanjša obseg stopnje uničenja tkiv zrnja, ni pa nujno, da hkrati zmanjša tudi vsebnost mikotoksinov.

Neposredni problemi aplikacije fungicidov:

- n parametri aplikacije za nanos fungicidov proti fuazriozni klasa niso povsem enaki, kot pri nanosu fungicidov proti drugim boleznim na listju
- n velike razlike med sortami v strukturi klasa
- n pomemben je preventiven pristop in to, da morajo fungicidi ne glede na sistemičnost priti do notranjih strani leme in glume in do površine cvetnih organov, kar pa ni enostavno zaradi kompleksnosti strukture cvetov pšenice
- n potrebne so srednje velike kapljice
- n odmikanje kota škropljenja od navpičnega kota poveča depozicijo škropiva
- n še boljša depozicija je če klase poškopimo z dveh strani od spredaj in od zadaj

DON in planta (ppm - $\mu\text{g/g}$) - direct inoculation



Poskus z različnimi skupinami fungicidov

Strobilurin:

Azoxystrobin

Azoxystrobin

Azol:

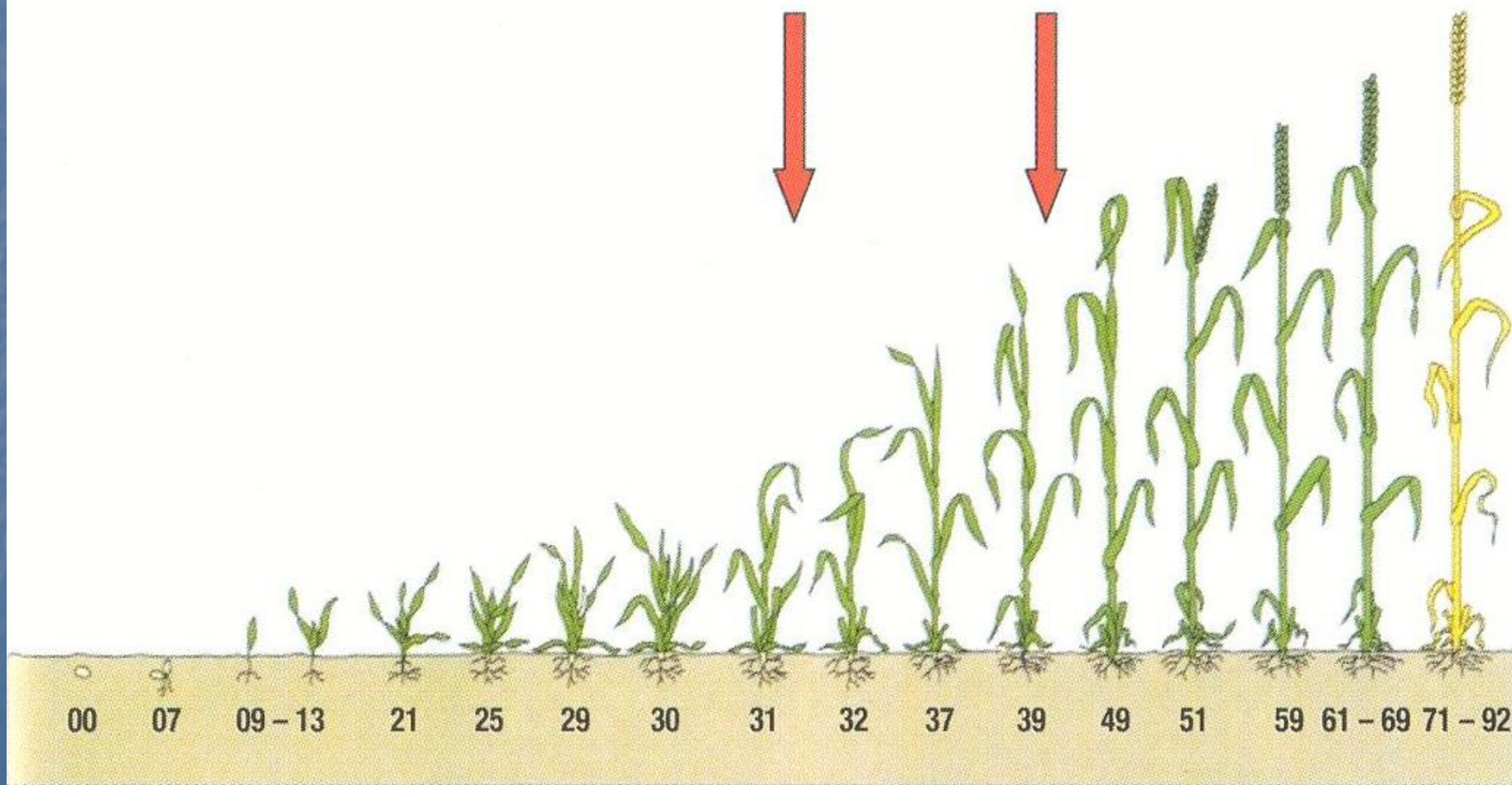
Prothioconazol

Epoxiconazol

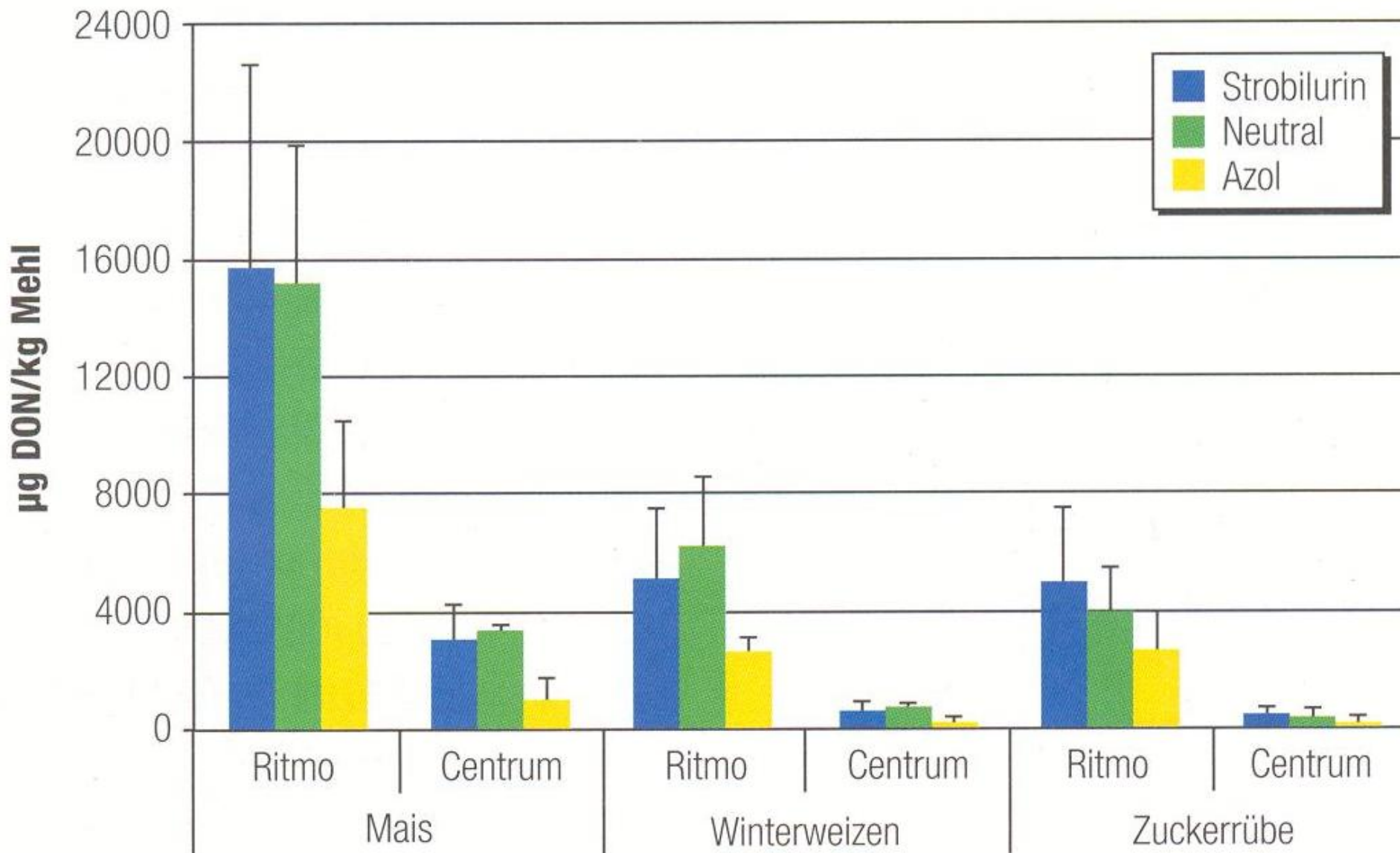
Neutral:

Chlorthalonil

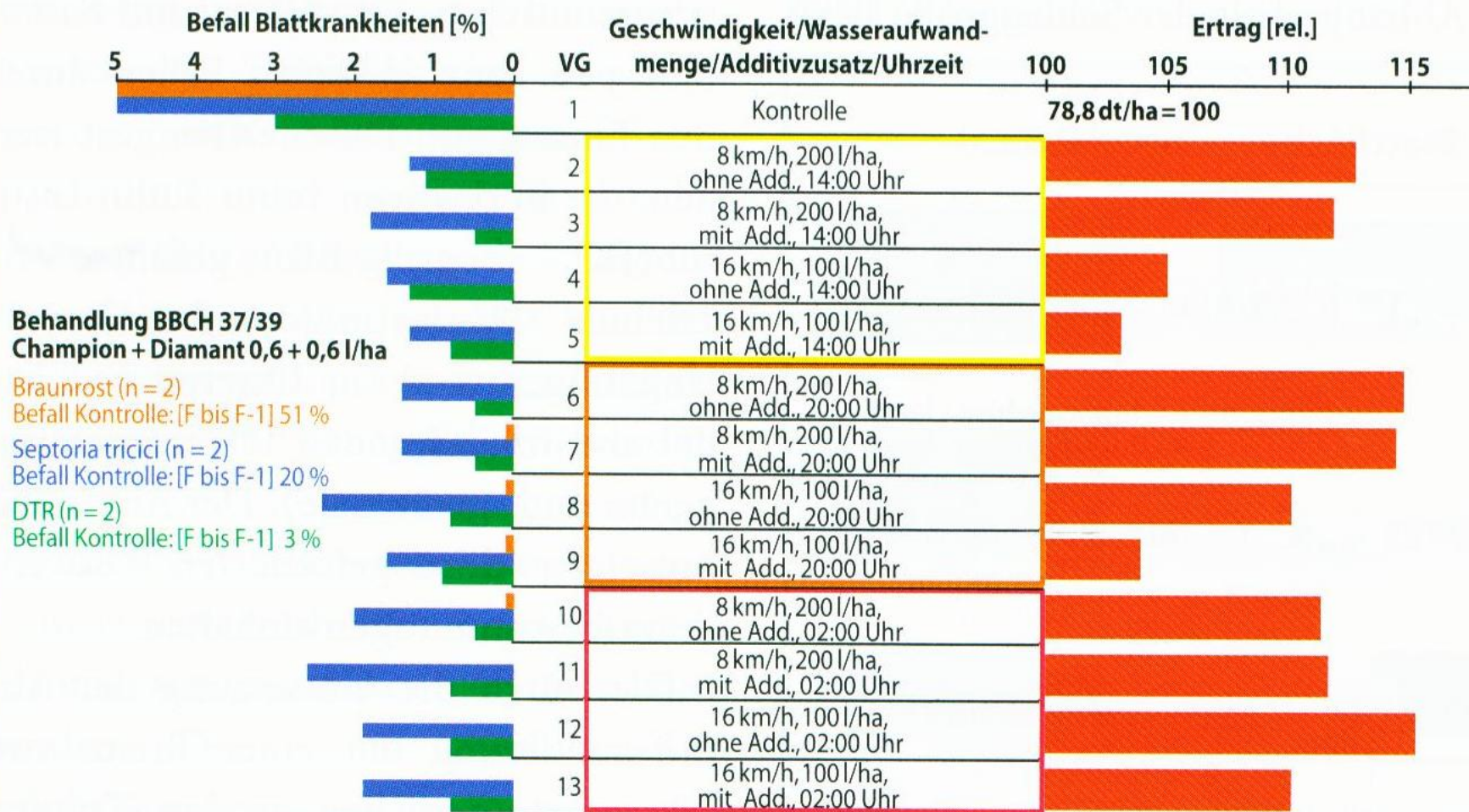
Chlorthalonil



Vsebnost DON-a v moki v odvisnosti od kolobarja, sorte in fungicida



Poskus z aplikacijsko tehniko



**Behandlung BBCH 37/39
Champion + Diamant 0,6 + 0,6 l/ha**

Braunrost (n = 2)
Befall Kontrolle: [F bis F-1] 51 %

Septoria tritici (n = 2)
Befall Kontrolle: [F bis F-1] 20 %

DTR (n = 2)
Befall Kontrolle: [F bis F-1] 3 %

22 °C, 38 % rel. LF, 3,1 m/s

16 °C, 71 % rel. LF, 0 m/s

11,5 °C, 88 % rel. LF, 0 m/s

Minimalne količine porabljene vode glede na del dneva

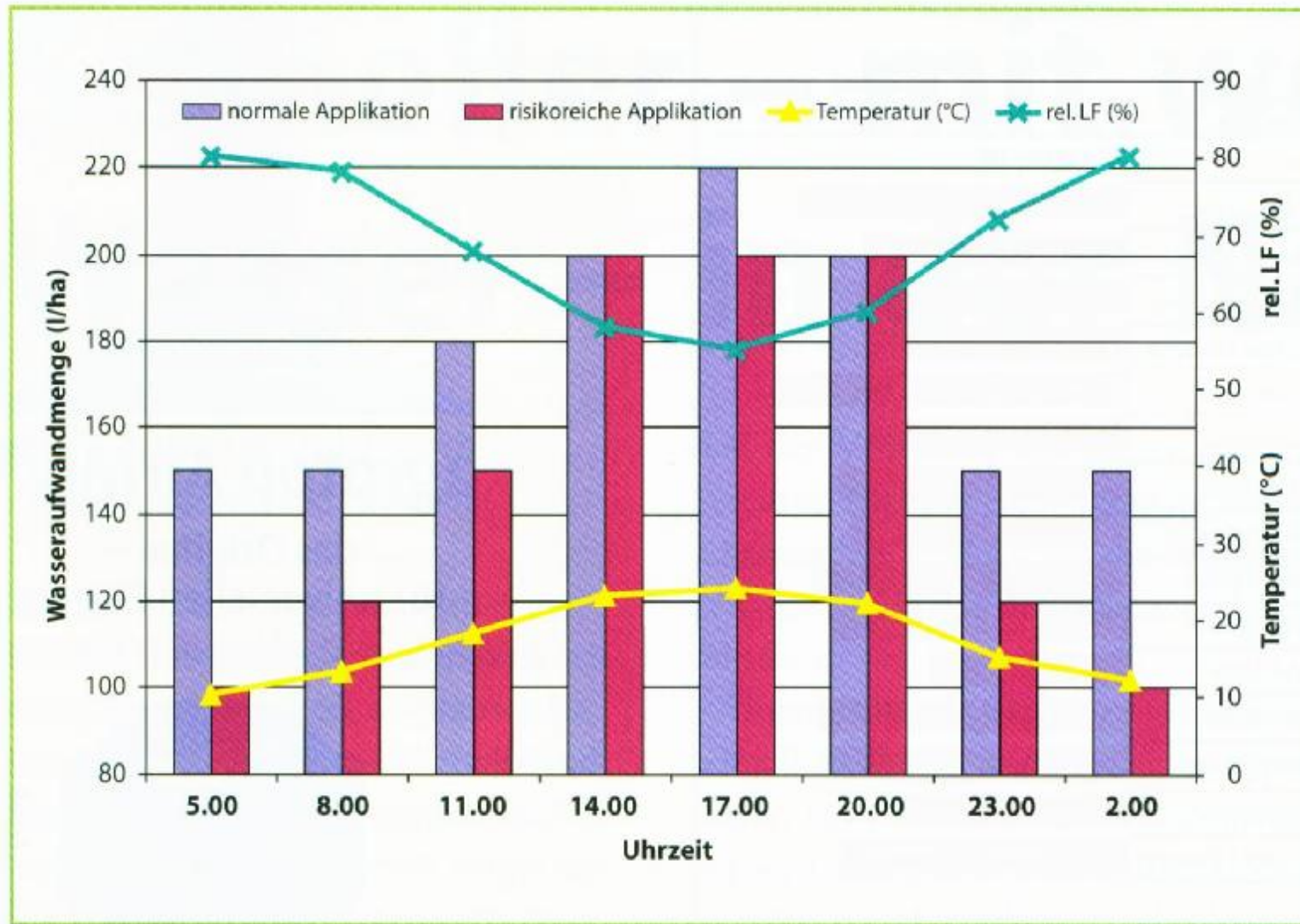


Table 3: Results of analysis of fluorescent tracer deposits on filter paper collectors and on wheat leaves and heads for trial in 2005

Plant position	Nozzle type					
	AlbAVI*	LecIDK*	AirMIX*	AlbADI *	AlbAPI	LecLU
Results of deposit measurements on filter papers (unit; ng of tracer per cm ² of filter paper):						
Flag leaf	6,32a	5,9a	15,5ab	19,1b	20,3b	17,1b
Leaf F-2	14,2b	11,9a	12,9a	12,9a	7,87a	9,1a
Leaf F-3	6,3a	5,9a	3,9a	4,7a	4,9a	3,8a
Leaf F-4	4,4b	4,7b	2,6a	2,7a	2,9a	2,3a
Soil surface	7,8b	8,7b	5,7a	4,5a	3,6a	3,7a
Results of deposit measurements on leaf surface (unit; ng of tracer per cm ² of leaf):						
Flag leaf	10,5a	11,7a	10,0a	10,2a	14,1ab	15,2b
Leaf F-2	6,5a	6,0a	6,5a	6,2a	7,9a	7,8a
Leaf F-3	5,7a	5,4a	8,1a	6,5a	7,8a	5,3a
Leaf F-4	10,6b	11,1b	8,5ab	9,3ab	8,9a	6,7a
Results of deposit measurements on wheat heads (unit; µg of tracer per g of head):						
Wheat heads	6,2a	6,4ab	6,20ab	8,2bc	9,9c	8,6c

Means within the same row followed by the same letter are not significantly different according to the Tukey's test at (P ≤ 0.05).

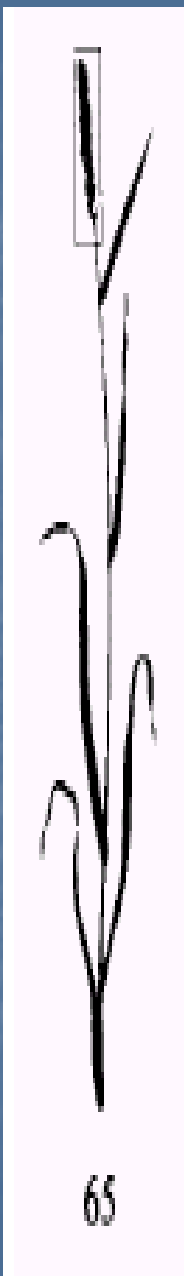


Table 8: Efficacy (Abbot, %) of fungicide programs for control of three wheat diseases applied with different types of nozzles in trial trials 2006a* and 2006b**

Spray program code	Disease	Nozzle type:						
		AlbAVI	LecIDK	AirMIX	AlbADI	AlbAPI	LecLU	AgrDF
Sphere*	ST	64,1a	80,3bc	85,4bc	75,9ab	92,3c	87,5bc	71,5bc
	ST	87,5a	88,7a	80,9a	87,4a	88,1a	90,2a	82,4a
Falcon*	ST	82,5b	73,1a	69,7a	81,9b	80,1b	79,8b	78,3b
Opus*	ST	85,7b	79,6a	83,4ab	80,3ab	84,7b	90,9bc	93,1c
	ST	90,4b	88,1b	86,9ab	77,2a	91,7b	91,5b	82,8ab
	ST	84,1a	87,3a	83,3a	84,2a	88,9a	91,4a	87,6a
	ST	89,1a	92,4a	94,5a	88,4a	92,8a	95,7a	91,2a
Amistar**	ST	93,7ab	93,7ab	91,1a	90,7ab	96,1b	96,2b	90,7ab
	PT	76,2a	67,1a	78,5a	87,6a	91,4 ab	85,9a	96,1b
	PT	88,9a	87,8a	90,1a	81,9a	84,6a	93,2a	83,6a
Falcon*	PT	66,1a	73,9a	73,9a	72,8a	71,8a	74,1a	88,7b
Opus*	PT	83,1b	82,6b	87,7b	78,1ab	78,9ab	83,2b	65,7a
	PT	77,5b	79,2b	80,9b	73,5b	87,4c	81,2b	69,5a
	PT	89,9a	90,6a	89,5a	86,9a	88,7a	90,9a	82,9a
	PT	96,4a	93,6a	94,1a	94,6a	93,9a	95,4a	91,4a
Amistar**	PT	98,6a	89,7a	88,7a	90,1a	89,8a	90,8a	88,4a
	FHB	61,2ab	59,9ab	53,1a	57,8a	74,8ab	76,4ab	82,8b
	FHB	47,7a	46,1a	58,2a	48,8a	50,4a	58,6a	61,8a
Falcon*	FHB	47,8abc	52,3bcd	58,2cd	35,5a	41,6ab	63,3d	60,2d
Opus*	FHB	35,9a	32,7a	49,6bc	34,2a	44,2bc	53,9b	60,3b
	FHB	69,1a	66,7a	66,8a	57,9a	59,7a	69,9a	81,2b
	FHB	86,2a	81,4a	75,4a	81,6a	84,4a	77,4a	87,4a
	FHB	69,1a	73,1a	73,3a	68,4a	83,1b	77,5ab	83,3b
Amistar**	FHB	47,8ab	44,2a	58,2abc	46,1a	57,8abc	63,3bc	68,6c

Disease infestation rate (% diseased area) at control plots was: trial 2006a (26-31% septoria leaf blotch (ST), 3-4% powdery mildew (EG), 34-37% fusarium head blight (FHB)), trial 2006b (35-41% ST, 3-4% EG, 11-15% FHB and 2-3% SN). Means within the same row, same disease and the same fungicide preparation followed by the same letter are not significantly different according to the Tukey's test at ($P \leq 0.05$).



Agronomic matrix for DON on wheat

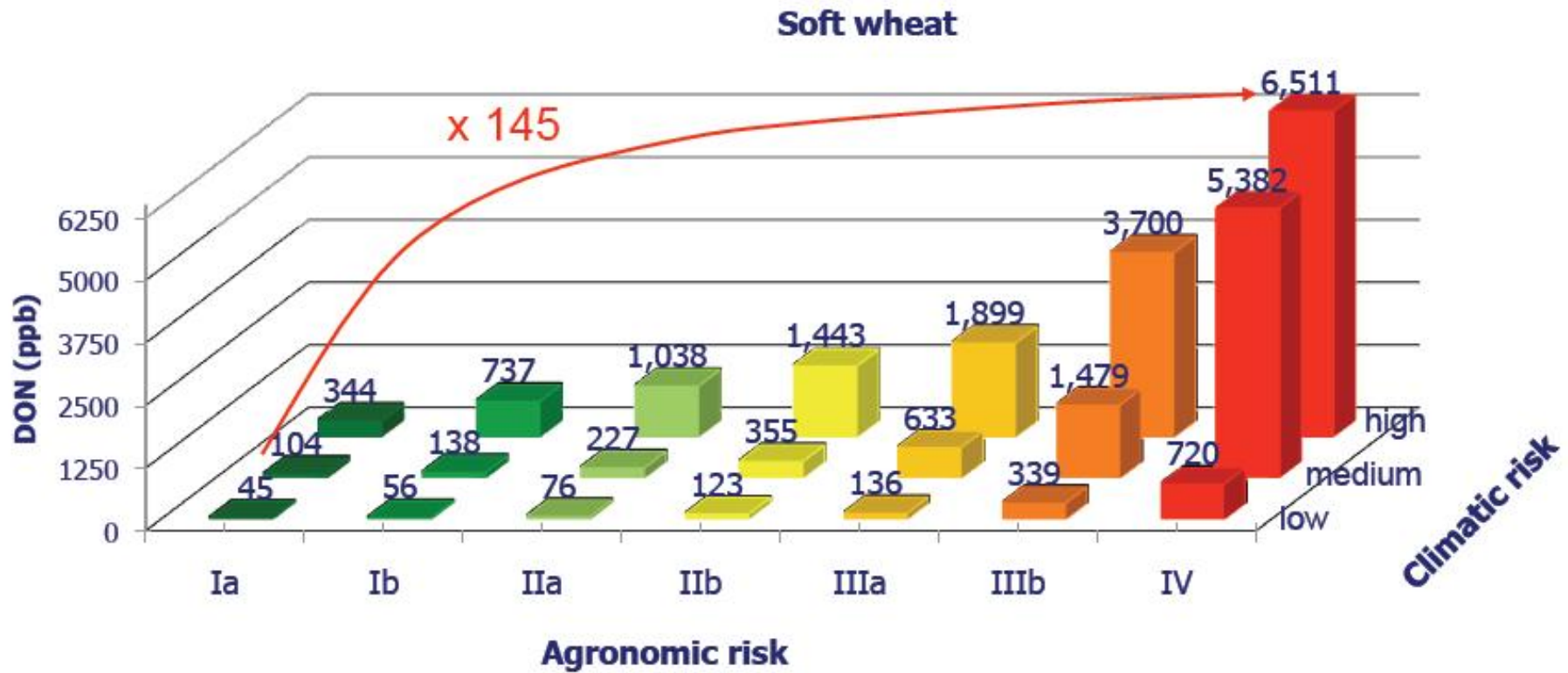
Previous crop	Soil cultivation	Varietal sensitivity to DON			
		Low	Low to medium	Medium to high	High
Reducing ⁽¹⁾	All	I a	I a	I b	II a
	Ploughing	I a	I b	II a	II b
Neutral ⁽²⁾	No ploughing	I a	I b	II a	II b
	Ploughing	I b	II a	II b	III a
Maize ⁽³⁾	Fodder	I b	II a	II b	III a
	Grain ⁽³⁾	II a	II b	III a	III b
	Fodder	III a	III a	III b	IV
	Grain ⁽³⁾	III a	III b	IV	IV

Reducing crop⁽¹⁾ = Rapeseed, pea, linseed, potato, barley, alfalfa, cabbage, ...

Neutral crop⁽²⁾ = Oat, sugar beet, wheat, chicory, endive, bean, fallow, lupin, onion, ray grass, soya, sunflower

Maize⁽³⁾ = maize grain or sorghum

Climatic impact and DON level on soft wheat by agronomic ranking



PRIPOROČILA ZA IZBIRO ŠOB IN VOZNE HITROSTI

- ŠOBE Z DVOJNIM CURKOM POVEČAJO DEPOZIT NA KLASIH PRI ZMERNIH HITROSTIH
- HITROST VOŽNJE NE SME BITI VIŠJA OD 10 KM/H, PRI UPORABI ŠOBE Z DVOJNIM CURKOM V PRIMERU, DA JE PORABA ŠKROPILNE BROZGE MANJŠA OD 300 L/HA
- ZA HITROSTI NAD 10 KM/H MORA BITI PORABA ŠKROPILNE BROZGE NAD 300 L/HA, VELIKOST KAPLJIC VMD 250-300 μm , DOSEČI MORAMO VSAJ 40 ZADETKOV cm^2
- HITROST VOŽNJE NE SME PRESEGATI 8-10 KM/H ČE UPORABIMO FUNGICIDE S KONTAKTNIM DELOVANJEM
- PROFESIONALNI PRIDELOVALCI BI SE NAJ POSLUŽEVALI UPORABE ŠKROPILNIKOV S PODPORO ZRAKA (V TEM PRIMERU SE NE PRIPOROČA UPORABA ANTIDRIFTNIH ŠOB)

- OCENITI MORAMO POMEMBNOST IN PRISOTNOST RAZLIČNIH BOLEZNI (IZBIRO ŠOBE IN PARAMETRE PRI APLIKACIJI PRILAGODIMO NAJPOMEMBNEJŠI BOLEZNI, KI JE PRISOTNA)
- RAZMIŠLJATI MORAMO O GREENING EFECTU IN O VIŠINI SORTE, ČASU ZRELOSTI
- ČE JE POTREBNO MORAMO ZAŠČITITI TUDI F-2 IN F3 LIST PRI DRUGEM TRETIRANJU S FUNGICIDI
- ZA PRVO TRETIRANJE BBCH 30-35 UPORABIMO 200 L/HA, HITROST VOŽNJE JE LAHKO 10-12 KM/h ČE ARMATURA TO DOVOLJUJE, UPORABIMO STANDARDNE ALI ANTIDRIFTNE ŠOBE, NIŽJI PRITISK
- ZA TRETIRANJE V KLAS UPORABIMO ŠOBE Z DVOJNIM CURKOM ALI STANDARDNE ŠOBE (200 μm) HITROST VOŽNJE (6-7 KM/H), ALI ANTIDRIFTNE ŠOBE (250 μm) PRI KATERIH KORIGIRAMO PRITISK IN HITROST VOŽNJE
- CENEJŠE FUNGICIDNE KOMBINACIJE POTREBUJEJO BOLJŠO APLIKACIJO

SKLEPI:

- n Zatiranje gliv iz rodu *Fusarium* in posledično zmanjševanje fuzarijskih mikotoksinov je kompleksen problem.
- n Z agrotehničnimi ukrepi lahko zmanjšujemo nevarnost pojava, v celoti pa ga ne moremo preprečiti.
- n Za preventivno aplikacijo v klas potrebujemo fungicidne aktivne snovi : **protiokonazol, metkonazol, bromukonazol**, tebukonazol, karbendazim, tiofanat metil
- n Pripravek Duett (epoksikonazol + karbendazim) je registriran za uporabo v sladkorni pesi, potrebna registracija še za pšenico.

HVALA ZA POZORNOST !

