

# Poléhání jarního ječmene – hlavní faktory a systémy regulace

*(Lodging of spring barley – main factors and systems of control)*

Ing. Karel Klem, Ph.D., Ing. Zuzana Klemová, Ing. Petr Míša, Ph.D.  
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787, 767 01 Kroměříž

## Souhrn

Poléhání u jarního ječmene způsobuje výnosové ztráty až okolo 40 % a často negativně ovlivňuje některé kvalitativní parametry zrna. Na druhou stranu jsou aplikace morforegulátorů v řadě případů neopodstatněné s ohledem na nízkou úroveň poléhání či podmínky, kdy k poléhání vůbec nedochází. Neodůvodněné aplikace mohou za stresových podmínek způsobovat dokonce mírnou výnosovou redukci. Pro omezení zbytečných aplikací regulátorů růstu a snížení rizika negativního dopadu na výnos jsou nezbytná rozhodovací pravidla. Na základě výsledků z roku 2008 se jako nejvýznamnější faktor ovlivňující poléhání ječmene projevila výživa dusíkem na začátku sloupkování, která byla hodnocena jako obsah  $N_{min}$  v půdě, obsah N v sušině rostlin a index green NDVI vždy stanovené v polovině odnožování ječmene. Vliv aplikací růstových regulátorů na omezení poléhání, výšku rostlin a výnos byl hodnocen v podmínkách s vysokou úrovní dusíkaté výživy. Byl ověřován vliv termínu aplikace, dávky, dělených aplikací a kombinací s jinými regulátory či fungicidy. Některé varianty dělených aplikací a kombinací s fungicidy, nebo jinými regulátory poskytovaly slibné výsledky v porovnání s jednorázovými aplikacemi. Výzkum faktorů ovlivňujících poléhání a možností regulace bude pokračovat následujících letech.

**Klíčová slova:** poléhání, jarní ječmen, rozhodovací pravidla, dusík, green NDVI, regulátory růstu, termín aplikace, směsi

## Summary

Lodging of spring barley causes yield losses up to 40 % and often negatively influences some quality parameters. On the other side, the application of growth regulators is not reasonable in many cases with regard to low or no lodging. Under stress conditions, unreasonable applications may cause slight yield reduction. The decision rules are required to avoid unnecessary applications of growth regulators and to minimize their negative impact on yield. The results from 2008 show that one of most important factors influencing barley lodging is nitrogen nutrition at the beginning of stem elongation which can be evaluated as  $N_{min}$  in soil, N in plants or green NDVI measured in the middle of tillering. The effect of growth regulator applications on lodging reduction, plant height and yield were evaluated under conditions with high nitrogen fertilization. The application timing, dose, split applications, and combinations with other regulators and fungicides were tested. Some split applications and mixtures with fungicides or other regulators gave promising improvement compared to single application. The research on factors affecting spring barley lodging and possibilities for lodging reduction will continue in next years.

**Keywords:** lodging, spring barley, decision rules, nitrogen, green NDVI, growth regulators, application timing, tank mix

## Úvod

Jedním z nejvýznamnějších faktorů, limitujících dosažení vysokého výnosu v intenzivních technologiích pěstování sladovnického ječmene, je poléhání, které vedle závažného výnosového efektu může také znehodnocovat sladovnickou kvalitu ječmene (zahnědlé špičky, porůstání, zvýšená infekce fuzariózami a obsah mykotoxinů, výskyt plísní). Přímé výnosové ztráty způsobené poléháním dosahují úrovně až okolo 40 %, ale tyto mohou být znásobeny ztrátami, které vznikají při sklizni. Současně musíme k negativním důsledkům poléhání přičíst také zvýšené náklady na sklizeň, kdy větší náročnost snižuje využití a výkonnost techniky. Výše výnosových ztrát se liší podle termínu, ve kterém k poléhání dochází. Poléhání v době metání až kvetení způsobuje 40–50 % redukci výnosu (Kratzsch et al., 1979), ke konci kvetení až krátce po odkvětu 28–33 % (Knittel, 1983), v mléčné zralosti 21 % a krátce před sklizní jen 5 % (Briggs, 1990). Poléhání je komplexní jev, který souvisí se zásobením vodou, příjmem živin a redukovanou absorpcí světla. Jeho úroveň proto dosahuje značné variability v závislosti na předplodině, uvolňování minerálního dusíku, průběhu počasí, výživě dusíkem, odrůdě, hustotě výsevu apod. Zvýšená nabídka dusíku stimuluje

vegetativní růst, zvyšuje počet odnoží a redukuje absorpci slunečního záření bázemi stébel. Kumulativní efekt těchto faktorů vytváří vytáhlá stébla s řídkými dužnatými pletivy, která jsou velmi náchylná k poléhání. Zvýšené dávky dusíku zvyšují délku bazálních internodií o 10–25 % (El Debaby et al., 1994). Vyšších výnosů je u ječmene dosahováno především vyšším počtem produktivních stébel, který by měl v optimálních podmínkách dosahovat 900–1000 na  $m^2$ . Při této hustotě a obvykle zvýšené úrovni dusíkaté výživy je použití regulátorů růstu nedílnou součástí pěstitelské technologie. Tripathi et al. 2003 zjistili u pšenice vysoce průkaznou korelaci mezi úrovní poléhání a počtem odnoží na 1  $m^2$  a hmotností klasu. Oba tyto znaky jsou stimulovány úrovní dusíkaté výživy. Největší tendenci k poléhání mají porosty, u kterých dochází z různých příčin k nevyváženému příjmu dusíku z půdy. Především pak nadbytek dusíku ke konci odnožování a v první polovině sloupkování ječmene podporuje neúměrné zahušťování porostu a sníženou pevnost stébel.

Většina odrůd, jež jsou v současnosti pěstovány jako sladovnické, se vyznačuje delším stéblem, které je náchylnější k poléhání. Podle Berry et al. (2006) má největší vliv na poléhání průměr stonku ve středních internodiích. Další faktory jako velikost



# HURICANE<sup>®</sup>

**Meteorologické varování  
pro všechny plevely  
v pšenici, žitu a tritikale!**



***V jarních měsících očekávejte příchod silného hurikánu, který zasáhne celou Českou republiku. Ohrožena je chundelka metlice a všechny dvouděložné plevely, následně se očekává extrémně vysoká úroda obilnin.***

**Další informace:**

 **Dow AgroSciences**

**602 248 198, 602 275 038, 602 571 763, 602 217 197,  
602 523 607, 602 523 710, 602 129 528**



klasu, výška rostlin, hustota porostu a pevnost stěn stébel mají jen průměrný vliv.

Polehnutí porostu je výsledkem působení komplexu faktorů – půdních podmínek, technologie pěstování, průběhu počasí. Důsledkem proměnlivosti těchto faktorů je také variabilita v poléhání porostů, ať už prostorová nebo časová (meziročníková). Vzhledem k tomu může být za určitých okolností ošetření proti poléhání neefektivní, případně může dokonce docházet ke snížení výnosu. Podle Rajala a Peltonen-Sainio (2002) mohou aplikace, prováděné ke konci sloupkování v případě, že nedochází k polehnutí, redukovat výnos, především v důsledku snížení hmotnost tisíce zrn a/nebo počtu zrn v klase. Značná variabilita příčin i konečného výsledku proto vyžaduje mít k dispozici nejen diagnostické a rozhodovací nástroje, ale také systémy regulace, které by umožňovaly řešení situací od nízkého rizika poléhání až po riziko vysoké.

Ochrana proti poléhání spočívá ve využití růstových regulátorů. Nabídka regulátorů, které je možno u nás použít do jarního ječmene, je omezená v podstatě na tři přípravky – Cerone 480 SL (účinná látka etepon, 480 g.l<sup>-1</sup>), Moddus (trinexapac-ethyl, 250 g.l<sup>-1</sup>) Terpal C (chlormequat chloride, 305 g.l<sup>-1</sup> + etepon, 155 g.l<sup>-1</sup>). Účinnost těchto přípravků je limitována řadou faktorů a zejména při vysokém riziku poléhání splňují svoji úlohu pouze částečně. Regulátory v rostlině působí efektivně krátkou dobu a jejich účinek se proto projevuje pouze na zkrácení pletiv (internodií), která právě přirůstají.

CCC (součást přípravku Terpal C) potlačuje působení gibberelinů, které jsou zodpovědné za prodlužování buněk. Podobně působí také trinexapac-ethyl (Moddus), který ovšem zasahuje do biosyntézy gibberelinů v jiné fázi. Etepon (např. Cerone 480 SL) uvolňuje morforegulační hormon ethylen, který jako stresový hormon redukuje prodlužovací růst, ale současně také urychluje procesy stárnutí v rostlině. Gibbereliny se v rostlině vytvářejí teprve po dosažení vyšších teplot (průměrná denní teplota nad 10 °C), a proto je použití CCC nebo trinexapac-ethyl vázáno na teploty nad 8 °C. Výkyvy nočních teplot až k hranici 0 °C mohou být kompenzovány vyšší intenzitou slunečního záření a vyššími teplotami v průběhu dne. Vzhledem k tomu, že přeměna eteponu na účinný ethylen může probíhat až při teplotách od 12 °C, je účinnost této látky při časných aplikacích vázána na teplotní podmínky ještě více než v případě CCC a trinexapac-ethyl. Vzhledem k tomu že, účinnost regulátorů růstu je obecně spojena s hormonální aktivitou, přináší aplikace v době intenzivního růstu významně lepší efekt než v období růstu pomalejšího. Délka působení morforegulátorů je přitom poměrně krátká, u trinexapac-ethyl představuje přibližně 14 dní, o něco kratší je u CCC a nejkratší působení (asi 3 dny) zaznamenáváme u eteponu. Jak již bylo zmíněno, všechny růstové regulátory zkracují vždy internodium, které má v době aplikace největší přírůstek. Zkrácení dalších internodií je závislé na rychlosti odbourávání v rostlině, ale obsah účinné látky obvykle velmi rychle klesá. Za stresových podmínek může po ošetření regulátory růstu dojít k výnosové depresi, zvláště pokud byly aplikovány v nepřiměřených dávkách. Ke stresovým faktorům patří především vysoké teploty, nedostatek vláhy a noční mrazíky. Aplikace morforegulátorů také není doporučována na slabé, škůdci nebo chorobami poškozené a špatně vyživované porosty, pěstované na lehkých a suchých půdách. Použití vysokých dávek eteponu za vysokých teplot může být provázeno předčasnou senescencí ječmene s mírným negativním dopadem na výnos. Rizikové může být také příliš pozdní použití eteponu, které může být doprovázeno neúplným vymetáním klasů, kdy část klasů zůstává v listové pochvě. Regulátory na bázi eteponu by se

neměly míchat s herbicidy, hnojivy a s přípravky obsahujícími dithiokarbamáty, síru a měď.

Časné aplikace morforegulátorů od třetího listu a v průběhu odnožování ječmene byly ověřovány v několika pracích (např. Peltonen-Sainio a Rajala, 2001). U těchto aplikací se potlačuje růst hlavního stébla a zvyšuje se počet odnoží. Především pak trinexapac-ethyl zvyšoval poměr mezi biomasou kořenů a nadzemních částí. Tento efekt je ale dán především snížením nadzemní biomasy a výnosový vliv je nízký především v oblastech s dostatkem vláhy. Bingham a McCabe (2006) testovali regulátor růstu trinexapac-ethyl u ječmene při stresu sucha v lysimetrické studii. Výsledky ovšem neprokázaly pozitivní efekt regulátoru na délku kořenů a zvýšenou odolnost k suchu. Rajala et al. (2002) zjistili, že po aplikaci eteponu se zvyšuje produkce ethylenu nejen ve stéblech, ale také v kořenech, přičemž dochází k retardaci prodlužovacího růstu kořenů. Na základě těchto výsledků lze potenciál časných aplikací morforegulátorů u ječmene spatřovat pouze v omezeném počtu případech, kdy je nutné podpořit odnožování ječmene. Jedná se například o řídké porosty a pozdější termíny výsevu. Dosud není pro tento termín ošetření do jarního ječmene registrován žádný z výše uvedených morforegulátorů.

Z důvodu rychlého růstu a vývoje jarního ječmene a možným posunům v termínu ošetření v důsledku nepříznivého počasí jsou proti poléhání doporučovány dělené aplikace. Jsou všeobecně vhodnější tam, kde lze těžko odhadnout úroveň poléhání, umožňují přesnější dávkování a nejsou tolik stresující pro rostliny. Účinnost dělených aplikací je obvykle srovnatelná s účinností jedné plné aplikace v optimálním termínu. První ošetření se obvykle provádí v růstové fázi 1. až 2. kolénka ječmene (BBCH 31–32), druhé ošetření pak na konci sloupkování až naduřování listové pochvy (BBCH 37–49).

Účinek růstových regulátorů je výrazně modifikován podmínkami počasí i pěstivelskou technologií. Např. současné použití regulátorů růstu s morfolinovými fungicidy, nebo kapalným hnojivem DAM 390 urychluje jejich příjem a je nezbytné počítat s intenzivnějším zkrácením stébla. Rovněž při kombinacích s herbicidy charakteru růstových látek nebo s triazolovými fungicidy by měla být redukována dávka morforegulátorů o 10–30 % (Dennert a Fischbeck, 2001). Přizpůsobení dávkování regulátorů by se mělo odvíjet také od teplotních podmínek a intenzity slunečního záření, protože morforegulační efekt se projevuje intenzivněji za podmínek podporujících rychlý růst rostliny a příjem účinné látky (vyšší teploty, vyšší intenzita slunečního záření, dostatečné zásobení vodou a živinami).

## Metodika

### Pokus 1

V roce 2008 byla u odrůd Prestige a Sebastian sledována úroveň poléhání po předplodinách kukuřici na zrno, ozimé pšenici, cukrovce a ozimé řepce. K porovnání byly vybrány kontrolní nehnojené varianty. V polovině odnožování byly provedeny odběry půdy z hloubky 0–30 a 30–60 cm pro analýzy obsahu minerálního dusíku ( $N_{min}$ ) a rovněž byl stanoven obsah dusíku v rostlinách ječmene. Ve stejném termínu pak bylo provedeno měření přístrojem N-Pen N 100 (PSI Brno). Tento přístroj měří odrazivost v zeleném a NIR pásmu a následně provádí kalkulaci parametru green NDVI =  $(R_{NIR} - R_{green}) / (R_{NIR} + R_{green})$ . Měření bylo provedeno na druhém nejmladším listu hlavní odnože. Krátce před sklizní bylo provedeno vizuální hodnocení poléhání, přičemž byla hodnocena relativní plocha s nakloněním rostlin do 45° a nad 45° (poléhání celkem = poléhání do sklonu

Tab. 1: Úroveň poléhání na nehnojených variantách s odrůdami Prestige a Sebastian po předplodinách kukuřice na zrno, ozimá pšenice, cukrovka a ozimá řepka a diagnostické parametry související s dusíkatou výživou porostu

předplodina	N min (mg.kg <sup>-1</sup> ) v půdě v polovině odnožování ječmene			odrůda	N v sušině rostlin (%) v polovině odnožování ječmene	parametr green NDVI v polovině odnožování ječmene	poléhání se sklonem do 45° (% plochy)
	0–30 cm	30–60 cm	průměr 0–60 cm				
Kukuřice na zrno	2,56	3,18	2,87	Sebastian	3,13	0,424	0
				Prestige	2,73	0,434	0
ozimá pšenice	3,33	4,58	3,955	Sebastian	3,3	0,485	0
				Prestige	3,47	0,533	0
cukrovka	4,46	5,4	4,93	Sebastian	3,54	0,605	0,33
				Prestige	3,89	0,648	0
ozimá řepka	6,98	11,05	9,015	Sebastian	5,57	0,696	63,3
				Prestige	5,43	0,707	23,33

45°/2 + poléhání se sklonem nad 45°). Cílem pokusu bylo vyhodnocení vlivu předplodiny na úroveň poléhání a nalezení vhodných kritérií pro rozhodování o použití morforegulátorů.

#### Pokus 2

Po předplodině cukrovce byly založeny provokační pokusy (při zvýšené úrovni dusíkaté výživy a na odrůdě náchylné k poléhání – Malz) s cílem vyhodnocení vlivu termínu aplikace morforegulátorů, rozložení dávek do sledu dvou aplikací a kombinací s fungicidy na výšku rostlin, poléhání porostu a výnos. Po sklizni cukrovky byla provedena zaorávka chrástu střední orbou na hloubku 22 cm. Porost byl založen s použitím zvýšeného výsevu (4,5 MKS.ha<sup>-1</sup>). V růstové fázi 1. až 2. listu ječmene byla provedena aplikace 60 kg N.ha<sup>-1</sup> ve formě DAM 390 a následně v odnožování ječmene pak aplikována dávka 30 kg N.ha<sup>-1</sup> ve formě LAV. Ochrana proti listovým chorobám nebyla prováděna s ohledem na možné interakce s morforegulátory, které byly sledovány samostatně u několika variant. Všechna tato opatření měla za cíl vytvoření provokačních podmínek pro poléhání porostu a vyhodnocení účinnosti jednotlivých variant ošetření morforegulátory. Aplikace byla provedena parcelním postřikovačem RD Sprayers (USA) na stlačený vzduch. Dávka postřikové kapaliny činila u všech variant 300 l/ha. V rámci pokusu byly zvoleny dva aplikační termíny: T1 – začátek sloupkování BBCH 32, T2 – konec sloupkování BBCH 37–45. Varianty ošetření byly vzhledem k velkému počtu pro přehlednost rozděleny do tří skupin podle termínu aplikace: a) skupina aplikací v T1, b) skupina aplikací v T2, c) skupina aplikací v T1 i T2. V pokusech byly kromě termínu aplikací ověřovány různé dávky regulátorů, jejich vzájemné kombinace ve snížených dávkách a kombinace s fungicidy (Archer Top, Prosaro, Horizon) s předpokládanými synergickými účinky. V pokusu bylo provedeno vyhodnocení výšky porostu (10 rostlin na parcelu), procento poléhání do sklonu 45° a se sklonem nad 45° (poléhání celkem = poléhání do sklonu 45°/2 + poléhání se sklonem nad 45°) a výnosové hodnocení.

#### **Výsledky**

##### Pokus 1

Rozdíly v úrovni poléhání mezi jednotlivými předplodinami jsou shrnuty v tabulce 1 společně s parametry, které mohou být

použity pro odhad poléhání: obsah minerálního dusíku v půdě, obsah dusíku v sušině rostlin a parametr green NDVI stanovený pomocí přístroje N-Pen N 100 (PSI Brno). K vyššímu poléhání došlo v roce 2008 pouze po předplodině ozimé řepce. Z výsledků je patrné, že obsah minerálního dusíku v půdě po této předplodině byl v polovině odnožování ječmene téměř dvojnásobný v porovnání s předplodinou cukrovkou a trojnásobný v porovnání s předplodinou kukuřicí. Podobně také obsah dusíku v sušině rostlin a parametr green NDVI, stanovený pomocí přístroje N-Pen dosahovaly nejvyšších hodnot po předplodině ozimé řepce. Rozložení hodnot pro jednotlivé předplodiny zůstalo pro všechny parametry (N<sub>min</sub> v půdě, N v sušině rostlin, green NDVI) stejné, v pořadí hodnot: ozimá řepka > cukrovka > ozimá pšenice > kukuřice na zrno. Je zřejmé, že všechny tyto parametry úzce souvisí s úrovní poléhání a tyto výsledky potvrzují dříve zjištěné závislosti mezi obsahem dusíku v sušině rostlin v polovině odnožování a následným poléháním. Jako perspektivní diagnostický nástroj se zde ukazuje přístroj N-Pen, a parametr green NDVI. Výhodou přístroje je především rychlost měření a minimální náklady při větším počtu stanovení. Stanovení úrovně dusíkaté výživy pomocí přístroje N-Pen má navíc významnou přednost v tom, že naměřená hodnota integruje výživný stav za delší období, který se odráží v obsahu chlorofylu, zatímco obsah dusíku v rostlině a především pak obsah minerálního dusíku v půdě jsou dynamické veličiny podléhající rychlým změnám. V případě obsahu dusíku v rostlině dochází v průběhu intenzivního růstu ke zředování a pro porovnatelnost hodnot je nutný přepočítání podle sušiny na jednotku plochy. Hodnota parametru green NDVI přitom zůstává poměrně stabilní v čase, přičemž je ovlivněna pouze výživným stavem.

##### Pokus 2

Vzhledem k suššímu průběhu jara v době sloupkování došlo v pokusu s vyhodnocením vlivu regulátorů růstu k poléhání až v závěru vegetace. Úroveň poléhání na kontrolních parcelách byla vysoká a dosahovala při přepočtu na celkové poléhání v průměru okolo 80 % (obr. 1). Nejlepších výsledků ve snížení úrovně poléhání bylo u aplikací v T1 dosaženo u plné dávky přípravku Cerone 480 SL 0,75 l.ha<sup>-1</sup>, dále u kombinace snížených dávek Cerone 480 SL 0,3 l.ha<sup>-1</sup> + Moddus 0,3 l.ha<sup>-1</sup> a u kombinace

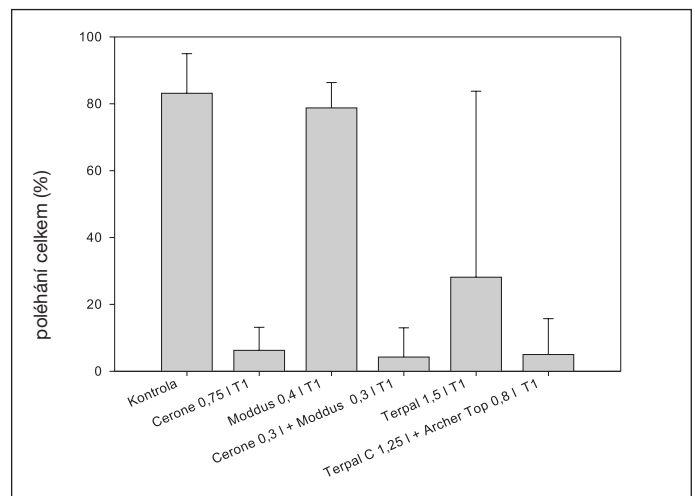
snížené dávky přípravku Terpal C 1,25 l.ha<sup>-1</sup> s fungicidem Archer Top 0,8 l.ha<sup>-1</sup>. Velmi dobré účinnosti pak bylo rovněž dosaženo u plné dávky regulátoru Terpal C 1,5 l.ha<sup>-1</sup>. V termínu aplikace T2 bylo nejlepších výsledků dosaženo při použití plné dávky přípravku Cerone 480 SL 0,75 l.ha<sup>-1</sup> a u kombinace snížených dávek regulátorů Cerone 480 SL 0,5 l.ha<sup>-1</sup> + Moddus 0,2 l.ha<sup>-1</sup>. Snížení dávky přípravku Cerone 480 SL na 0,6 l.ha<sup>-1</sup> již přinášelo průkazný pokles účinnosti na poléhání porostu. Ke zlepšení účinku při použití této dávky naopak přispívaly kombinace s fungicidy, ať již se jednalo o Prosaro 0,75 l.ha<sup>-1</sup>, ale především pak Horizon 0,75 l.ha<sup>-1</sup>. Velmi dobrou úroveň omezení poléhání se vyznačovaly dvojí aplikace morforegulátorů v T1 a T2. Jednalo se především o varianty s aplikací Terpalu C v dávce 1,25 l.ha<sup>-1</sup> až 1,5 l.ha<sup>-1</sup> v T1 a následným ošetřením Cerone 480 SL v dávce 0,5 l.ha<sup>-1</sup> nebo Moddusem v dávce 0,35 až 0,4 l.ha<sup>-1</sup> v T2. Velmi dobrých výsledků bylo dosaženo rovněž s dvojí aplikací snížených dávek přípravku Cerone 480 SL (0,3 l.ha<sup>-1</sup> v T1 a 0,35 l.ha<sup>-1</sup> v T2). Relativně dobrých výsledků bylo dosaženo rovněž u sledu Moddus 0,3 l.ha<sup>-1</sup> v T1 a Cerone 480 SL 0,5 l.ha<sup>-1</sup> v T2.

Zkrácení výšky ječmene není sice primárním cílem použití regulátorů, protože působení různých typů regulátorů je rozdílné a zkrácení rostlin nemusí být nutnou podmínkou omezení poléhání. Přesto nám výsledky hodnocení výšky porostu poskytují řadu zajímavých informací o působení různých látek v různých termínech aplikace. V termínu T1 bylo nejvyšší úroveň zkrácení dosaženo u plné dávky přípravku Cerone 480 SL 0,75 l.ha<sup>-1</sup> a Terpal C 1,25 l.ha<sup>-1</sup>. Poměrně vysokých hodnot zkrácení stébla bylo dosaženo rovněž u kombinace snížené dávky přípravku Terpal C 1,25 l.ha<sup>-1</sup> s fungicidem Archer Top 0,8 l.ha<sup>-1</sup> a u kombinace snížených dávek přípravků Cerone 480 SL 0,3 l.ha<sup>-1</sup> + Moddus 0,3 l.ha<sup>-1</sup>. V termínu aplikace T2 byla úroveň zkrácení nižší. Největšího efektu bylo dosaženo u plné dávky přípravku Cerone 480 SL 0,75 l.ha<sup>-1</sup> a u kombinace Cerone 480 SL 0,5 l.ha<sup>-1</sup> + Moddus 0,2 l.ha<sup>-1</sup>. Nejvyšší úroveň zkrácení rostlin při dvojitě aplikaci byla zaznamenána u sledu Terpal C 1,25 l.ha<sup>-1</sup> v T1 a Cerone 480 SL 0,5 l.ha<sup>-1</sup> v T2 a také u sledu dvojitě aplikací přípravkem Cerone 480 SL (0,3 l.ha<sup>-1</sup> v T1 a 0,35 l.ha<sup>-1</sup> v T2).

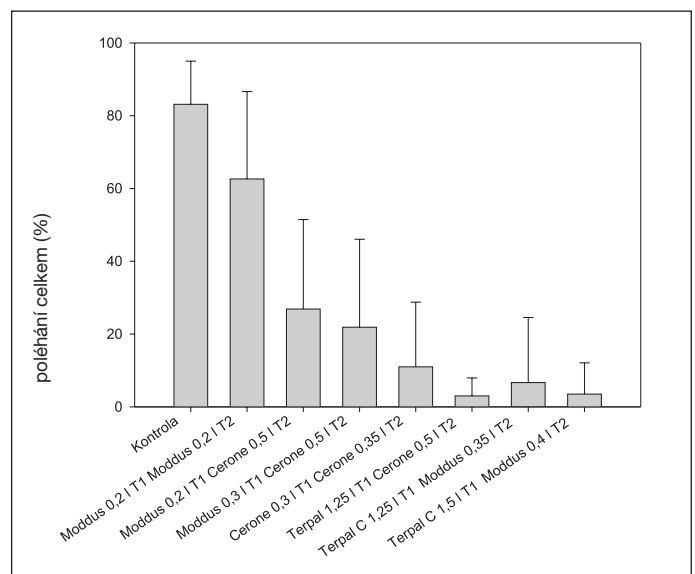
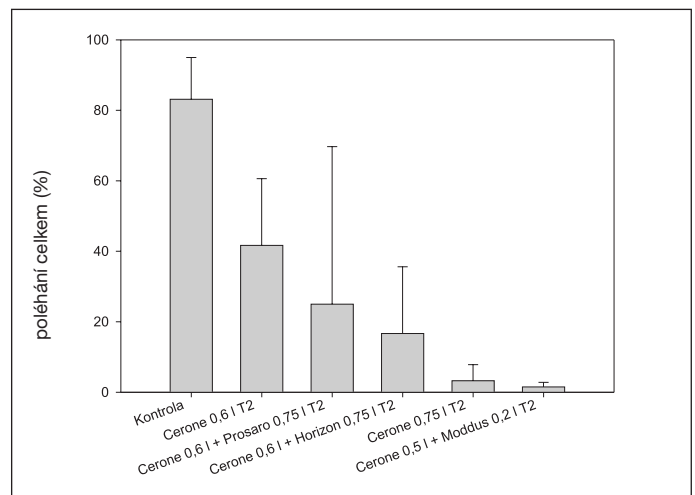
Výnosový efekt aplikací byl i přes vysokou úroveň poléhání u většiny variant statisticky neprůkazný. Na této skutečnosti se pravděpodobně podílelo pozdní poléhání až v závěru vegetace, které nemělo tak významný vliv na výnos. V případě kombinací morforegulátorů s fungicidy je výsledný výnosový efekt dán součtem redukce napadení listovými chorobami a omezení poléhání. I přes relativně nízkou úroveň napadení hnědou skvrnitostí v roce 2008 je výnosový efekt fungicidní ochrany z výsledků zřejmý. Mezi aplikacemi v T1 bylo nejvyššího výnosu dosaženo u varianty Moddus 0,4 l.ha<sup>-1</sup> a kombinace Terpal C 1,25 l.ha<sup>-1</sup> + Archer Top 0,8 l.ha<sup>-1</sup>. Vyšších výnosových přírůstků bylo dosaženo u aplikace v termínu T2 a to především u kombinací přípravku Cerone 480 SL 0,6 l.ha<sup>-1</sup> s fungicidy Prosaro 0,75 l.ha<sup>-1</sup> a Horizon 0,75 l.ha<sup>-1</sup>. Velmi dobrého výnosového efektu bylo dosaženo rovněž u plné dávky Cerone 480 SL 0,75 l.ha<sup>-1</sup> a kombinace Cerone 480 SL 0,5 l.ha<sup>-1</sup> + Moddus 0,2 l.ha<sup>-1</sup>. Z dělených aplikací bylo nejvyššího výnosu dosaženo u dělených aplikací přípravku Moddus (0,2 l.ha<sup>-1</sup> v T1 a 0,2 l.ha<sup>-1</sup> v T2) a u sledu aplikace snížené dávky přípravku Terpal C 1,25 l.ha<sup>-1</sup> v T1 a Cerone 480 SL 0,5 l.ha<sup>-1</sup> v T2. Dobrých výnosových výsledků bylo dosaženo rovněž u sledu aplikací Moddus 0,2 až 0,3 l.ha<sup>-1</sup> v T1 a Cerone 480 SL 0,5 l.ha<sup>-1</sup> v T2.

Obr. 1: Úroveň celkového poléhání porostu (% polehnuté plochy se sklonem do 45°/2 + % polehnuté plochy se sklonem nad 45°) při aplikaci regulátorů růstu a jejich kombinací v jednotlivých aplikačních termínech. Chybové úsečky znázorňují 95 % intervaly spolehlivosti.

a) aplikace v T1

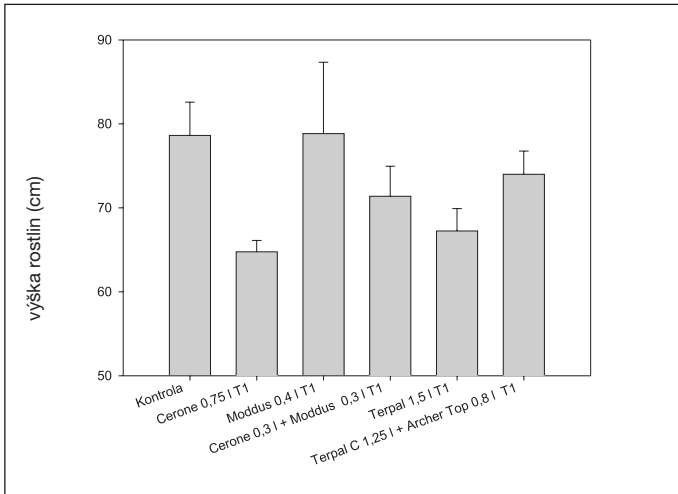


b) aplikace v T2



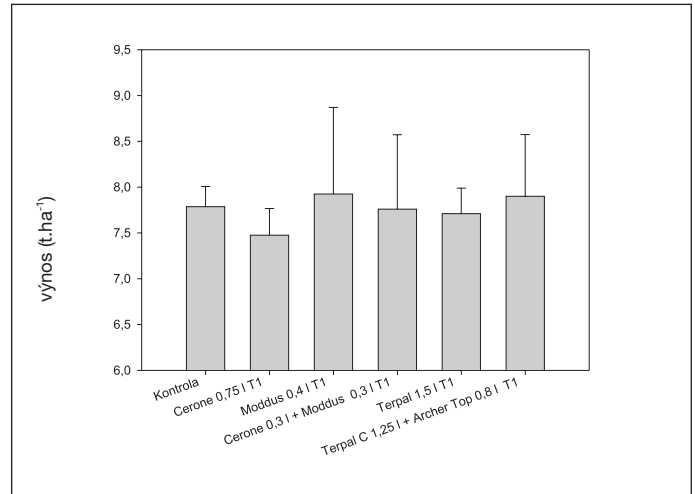
Obr. 2: Průměrná výška rostlin při aplikaci regulátorů růstu a jejich kombinací v jednotlivých aplikačních termínech. Chybové úsečky znázorňují 95 % intervaly spolehlivosti.

aplikace v T1

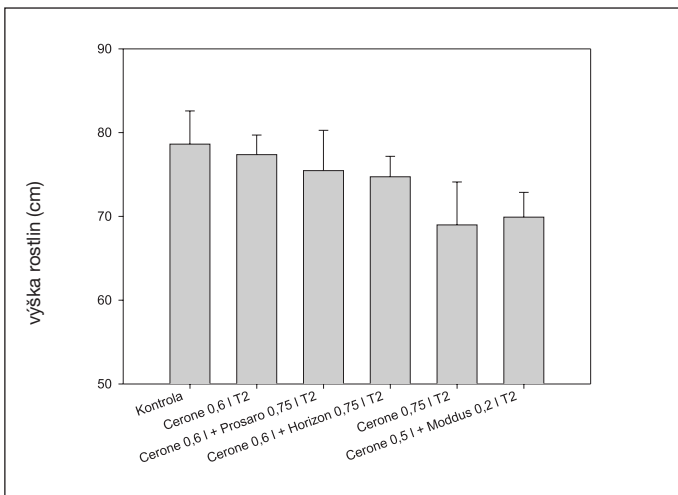


Obr. 3: Výnosový efekt aplikací regulátorů růstu a jejich kombinací v jednotlivých aplikačních termínech. Chybové úsečky znázorňují 95% intervaly spolehlivosti.

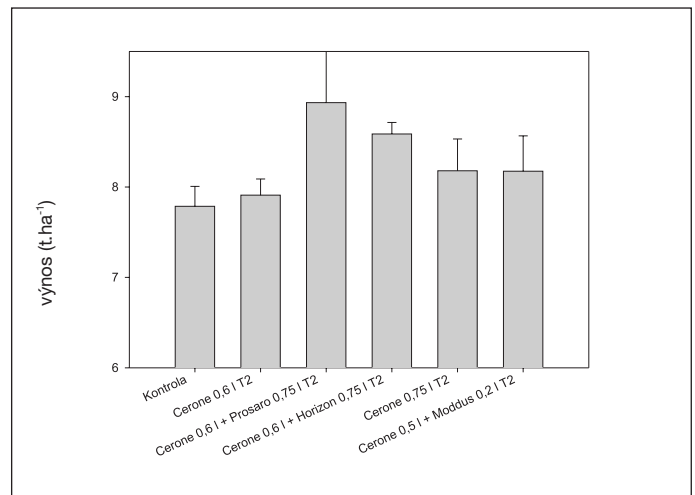
aplikace v T1



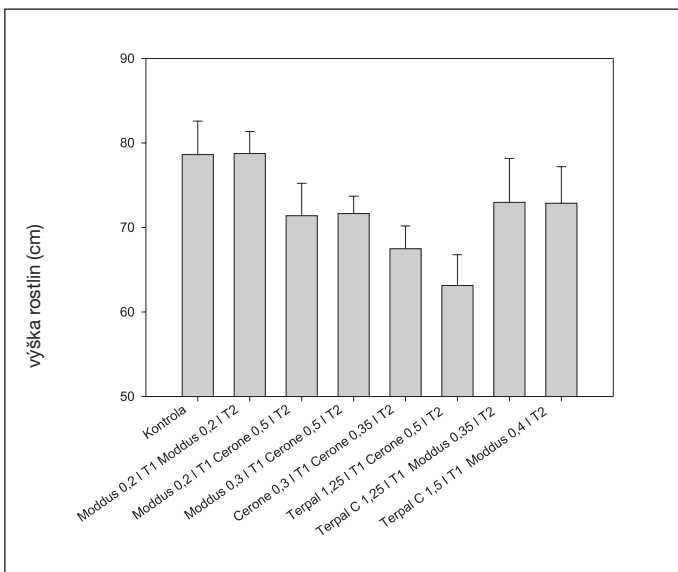
aplikace v T2



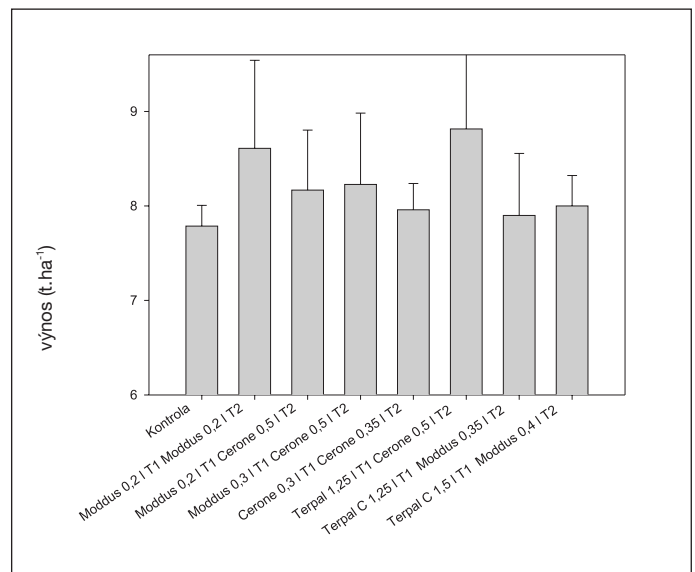
aplikace v T2



c) dělená aplikace v T1 a T2



c) dělená aplikace v T1 a T2



## Diskuse

K nejvýznamnějším podmínkám ovlivňujícím variabilitu v poléhání patří úroveň dusíkaté výživy a uvolňování minerálního dusíku v půdě (především s ohledem na předplodinu). Při vysoké nabídce dusíku dochází k poléhání i u relativně odolných odrůd. Naopak při nízké nabídce dusíku nepoléhají ani odrůdy vysoce náchylné k poléhání. Výsledky pokusů v roce 2008 prokázaly, že rozhodující význam pro poléhání měla předplodina, potažmo uvolňování minerálního dusíku ovlivněné předplodinou a především pak dostupnost dusíku v období konce odnožování. Vzhledem k tomu, že obsah minerálního dusíku a obsah dusíku v sušině rostlin jsou značně dynamické proměnné, které jsou ovlivňovány průběhem počasí a růstovou fází (nadzemní biomasou), může být jejich hodnota ovlivněna termínem odběru a rovněž porovnatelnost mezi ročníky je značně problematická. Jako vhodnější se proto ukazují metody, které integrují výživný stav za delší období. Vedle přepočtu koncentrace dusíku na odběr dusíku z ha na základě sušiny rostlin z jednotky plochy je možné za vhodný nástroj považovat měření spektrální odrazivosti, které reprezentuje neinvazivní metodu umožňující stanovení výživného stavu na úrovni listu či na úrovni porostu. My jsme ověřovali použití indexu green NDVI, který byl stanoven kontaktním měřením na úrovni listu pomocí přístroje N-Pen. Ačkoliv je patrné, že při vyšších koncentracích dusíku se rozdíl v hodnotě indexu green NDVI zmenšují (nižší přesnost diagnostiky malého deficitu dusíku), tento parametr představuje velmi dobrou možnost orientačního odhadu poléhání s přednostmi rychlosti měření, nízkých nákladů a nízké závislosti na termínu měření. Je zřejmé, že v podmínkách s vysokou úrovní poléhání se rozdíl mezi odrůdami zvyšují. To je možné dokumentovat na rozdílech v poléhání mezi odrůdami Prestige a Sebastian. Odrůdy s vyšší odolností obvykle vystačí pouze s jednou aplikací regulátorů růstu, přičemž v závislosti na podmínkách může být dávka redukována nebo aplikace zcela vynechána. K dalším významným faktorům patří hustota porostu a vláhové podmínky. Vysoké

riziko poléhání vzniká obvykle kombinací faktorů, jako je náchylná odrůda, vyšší intenzita dusíkaté výživy, půda s vyšším uvolňováním minerálního dusíku, vyšší hustota výsevu, příznivé podmínky pro odnožování a dostatek srážek v průběhu vegetace.

Použití morforegulatorů by proto mělo být odstupňováno dle předpokládaného rizika poléhání. Vzhledem k tomu, že úroveň poléhání je podmíněna řadou faktorů, je odhad rizika poléhání nezbytné provést na základě posouzení alespoň nejvýznamnějších podmínek, které jsou shrnuty v tab. 2.

Významnou odlišností jarního ječmene v porovnání s ozimou pšenicí je skutečnost, že zkracování spodních internodií má jen menší význam, protože toto internodium je nejkratší a spíše je efekt morforegulatorů, aplikovaných v první polovině sloupkování, provázen zpevněním stěn stébla. Z pohledu zkrácení stébla je proto zcela zásadní termín ošetření koncem sloupkování až do naduření listové pochvy. V tomto období se formuje délka posledních internodií a aplikace morforegulatorů ovlivňuje především délku stébla a částečně také jeho pevnost. Přesto nelze zanedbávat ani aplikace prováděné v růstové fázi 1.–2. kolénka (BBCH 31–32). Tyto aplikace obvykle nemají tak zásadní dopad na zkrácení stébla, ale dochází ke zpevnění bazálních částí, společně s podporou tvorby druhotných kořenů. V podmínkách velmi silného rizika poléhání je proto vhodnější používat systému tzv. dělených aplikací morforegulatorů, při kterých je provedena aplikace morforegulatorů ve dvou termínech: a) 1.–2. kolénko b) konec sloupkování. Vedle rozložení efektu na všechny internodia je rozloženo rovněž riziko negativního působení morforegulatorů na výnos, ke kterému dochází především při velmi teplém počasí v době metání. Dělené aplikace obvykle dosahují při stejné dávce morforegulatorů obdobného efektu na zkrácení stébla či omezení poléhání jako při jednorázové aplikaci na konci sloupkování. Rozdělení do dvou aplikací ovšem umožňuje použití maximální celkové dávky morforegulatorů při omezení rizika negativního dopadu na plodinu. Nižší účinnost časných

Tab. 2: Vliv jednotlivých faktorů na riziko poléhání a váhy faktorů pro vyhodnocení celkového rizika poléhání.

Faktor	Riziko poléhání		
	Nízké	Střední	Vysoké
Dusíkatá výživa (obsah N v sušině rostlin – polovina odnožování)	Do 60 kg N/ha (do 4,5 %)	60–90 kg N/ha (4,5–5,5 %)	Nad 90 kg N/ha (nad 5,5%)
Hustota výsevu	Do 3,5 MKS	3,5–4,5 MKS	Nad 4,5 MKS
Předplodina	Kukuřice na zrno	Ozimá pšenice, cukrovka	Ozimá řepka, mák
Odolnost odrůdy k poléhání	Vysoká (Diplom)	Střední Sebastian, Tolar Bojos, Xanadu, Radegast, Prestige, Aksamit, Spilka	Nízká Jersey, Malz, Calgary, Westminster, Blaník
Půdní podmínky (uvolňování minerálního dusíku)	Lehké půdy s nízkým obsahem humusu	Střední půdy se středním obsahem humusu	Těžší půdy s vysokým obsahem humusu
Počasí	Suché a velmi teplé	Průměrné teploty a srážky	Chladné a vlhké



aplikací je charakteristická především pro přípravky s krátkou dobou působení v rostlině (především etephon). Naopak vhodným přípravkem pro časné aplikace a především pak dělené aplikace je účinná látka trinexapac-ethyl (Moddus, dávka 0,3 l.ha<sup>-1</sup>), u které je udávána délka působení 14 dní. Velmi dobrým řešením pro časné termíny aplikací je rovněž použití přípravku Terpal C v dávce 1–1,5 l.ha<sup>-1</sup>. Pro ošetření na konci sloupkování je naopak nutný velmi rychlý účinek, který je zajišťován především účinnou látkou etephon (Cerone 480 SL). Významného efektu ve zlepšení účinnosti proti poléhání je dosahováno také u kombinací přípravků Terpal C a Cerone 480 SL s triazolovými a morfolinovými fungicidy. Např. u kombinací Terpal C + Archer Top nebo Cerone 480 SL + Horizon je možné snížit dávku regulátoru růstu až o 1/4, aniž by došlo k poklesu účinnosti. Pro podmínky s vysokým rizikem poléhání se pak jako velmi perspektivní ukazují kombinace přípravků Cerone 480 SL a Moddus. Jejich poměr by měl vycházet z termínu aplikace. V T1 má rozhodující význam účinná látka trinexapac-ethyl, především vzhledem k delšímu působení a menším nárokům na teploty. Naopak při aplikaci v T2 by měla v kombinaci převládat složka etephonu.

### Závěr

Jedním z hlavních faktorů ovlivňujících variabilitu poléhání v rámci ročníku je dusíkatá výživa v začátku sloupkování ječmene. Tento faktor může být vyhodnocen jako množství minerálního dusíku v půdě nebo obsah dusíku v sušině rostlin stanovené v polovině odnožování ječmene. Vzhledem ke značné časové proměnlivosti těchto parametrů a obtížné meziročníkové porovnatelnosti byl navržen a ověřen způsob vyhodnocení výživného stavu pomocí indexu green NDVI stanoveného přístrojem N-pen. Tato hodnota je relativně málo závislá na růstové fázi ječmene a současně v sobě integruje výživný stav za delší období prostřednictvím obsahu chlorofylu v listech. Jedná se tedy o vhodný nástroj odhadu potenciálního poléhání, který by měl být korigován na základě odrudové náchylnosti k poléhání, následujícího průběhu počasí, půdních podmínek a předplodiny. Ověřování různých variant aplikací morforegulatorů prokázalo, že dělené aplikace představují vysoce účinnou a současně bezpečnou alternativu k jednorázovým aplikacím plných dávek. V případě vysokého rizika poléhání se značný potenciál omezení poléhání projevil především u kombinací etephonu a trinexapac-ethylu a dále u kombinací morforegulatorů s některými fungicidy. Pokusy zaměřené na vyhodnocení hlavních faktorů a použití morforegulatorů budou pokračovat v následujících letech.

### Literatura

Berry P. M., Sterling M., Mooney S. J. (2006) Development of a model of lodging for barley. *Journal of Agronomy and Crop Science* 192: 151–158.

Bingham I. J., McCabe V. B. (2006) Commercially available plant growth regulators and promoters modify bulk tissue abscisic acid concentrations in spring barley, but not root growth and yield response to drought. *Annals of Applied Biology* 149: 291–304. DOI: 10.1111/j.1744-7348.2006.00093.x.

Briggs K. G. (1990) Studies of recovery from artificially induced lodging in several 6-row barley cultivars. *Canadian Journal of Plant Science* 70: 173–181.

Dennert, J., Fischbeck, G. (2001): Einsatz und Wirkung von Wachstumregulatoren. *Getreide Magazin*, 1, 12–17

El Debaby, A. E., Ibrahim, K. E., Saad, A. M. M. and El Salhy, T. S. (1994): Wheat lodging and growth characters as affected

by some agricultural practices. *Ann. Agric. Sci.* 32 (1994), pp. 1325–1337.

Knittel, H. (1983): Improved stability – also of barley [Hordeum] and rye [Secale] *Mitteilungen fuer den Landbau*, 2, 30 p.

Kratzsch, Ebert, D., Ulrich, P. C. (1979): Hinweise zur besseren Einschätzung der Ertragserwartungen des reifenden Getreidebestandes. *Feldwirtschaft*, 20, 6

Rajala A., Peltonen-Sainio P. (2002) Timing applications of growth regulators to alter spring cereal development at high latitudes. *Agricultural and Food Science in Finland* 11: 233–244.

Rajala A., Peltonen-Sainio P., Onnela M., Jackson M. (2002) Effects of applying stem-shortening plant growth regulators to leaves on root elongation by seedlings of wheat, oat and barley: mediation by ethylene. *Plant Growth Regulation* 38: 51–59.

Tripathi S. C., Sayre K. D., Kaul J. N., Narang R. S. (2003) Growth and morphology of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) culms and their association with lodging: effects of genotypes, N levels and ethephon. *Field Crops Research* 84: 271–290.

**Tento výzkum byl podporován projektem MZE1G58038 a výzkumným záměrem MSM25328859**

Kontaktní adresa: [misapetr@vukrom.cz](mailto:misapetr@vukrom.cz), [klem@usbe.cas.cz](mailto:klem@usbe.cas.cz)

**LYNX<sup>®</sup>**

**Nepostradatelný fungicid v obilninách a řepce**

**Široké spektrum účinnosti proti chorobám obilnin (braničnatky, rzi, fuzária, DTR, atd.)**

**Specialista na fuzária v klasech**

**... kudy teče, tudy léčí ...**

**Kombinace ATLAS + LYNX zabezpečí špičkovou kontrolu širokého spektra chorob včetně padlí travního**

**Informace: 602 248 198, 602 275 038, 602 571 763, 602 217 197, 602 523 607, 602 523 710, 602 129 528**