

VÝSKYT VLÁHOVÝCH DEFICITŮ U HLAVNÍCH DRUHŮ PLODIN V JEJICH KRITICKÝCH VÝVOJOVÝCH STADIÍCH V NEJSUŠŠÍCH OBLASTECH ČR V LETECH 1961–2000

P. Spitz, I. Hemerka

Došlo: 20. prosince 2007

Abstract

SPITZ, P., HEMERKA, I.: *The occurrence of moisture deficits for representatives of main crop sorts in their critical development stages in driest regions of the Czech Republic in years 1961–2000.* Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2008, LVI, No. 2, pp. 157–166

The article presents acquired results of moisture deficits for representatives of main crop sorts in their very critical development stages on soil moisture in our driest regions (Žatecko, Litoměřicko, Middle Bohemia, East Bohemia, Southern Moravia, South-East Moravia, Middle Moravia) in the years 1961–2000. The calculations were realized by the specially developed program BIVPROG 1 (the balance moisture program) for PC for perennial wheat (as representative of cereals), perennial rape (technical crops), potatoes (root-crops) and alfalfa (fodder crops), in its first crop year. The results of the calculations are probabilities of over fullfilment of maximum number days successive with moisture below the lower limit of soil moisture θ_z found out in very critical development stages on moisture for every chosen crop. The probabilities of over fullfilment were determined from quadragenarian line (the years 1961–2000) of calculations made for every technical line of climatological data and pertinent phenological station with phenological data of chosen crop and they were worked into graphs. With regards to the extent of graphical outcome, the results are worked in tables VI. to IX. The fortnightly criterion was derived for comprehensive evaluation of acquired results, the values of comprehensive evaluation are presented in table X. This table reflects that the fortnightly criterion in the years 1961–2000 was exceeded in more than 20 years for all chosen crops, also in the case of perennial wheat and rape which are considered as secondary from the aspect of their irrigation requirements. From the obtained data also follows, that the lack of soil moisture usually starts to show signs before the very critical development stages of the crop, and then often continues. The results were acquired for medium soil, for mild soil the results would be even more unfavourable. The obtained results from our driest regions evoke the concern for irrigation requirements in these regions.

crop, critical stage on soil moisture of crop, lower limit of soil moisture, probability of over fullfilment, climatological data, phenological data, model calculations on PC, fortnightly criterion

V ČR je vybudováno okolo 150 tis. ha závlah v našich nejúrodnějších, avšak nejsušších oblastech; většina z nich (cca 127 tis. ha) byla v roce 1997 a 1998 privatizována. V současné době je využití privatizovaných závlah z různých příčin většinou nízké, asi 25 až 30 % plochy a některé se dokonce neprovozují vůbec. Cílem článku je poskytnout informace o výsledcích zjištění vláhových deficitů v našich nejsušších oblastech v letech 1961–2000 u představitelů hlavních druhů zemědělských plodin v jejich vlá-

hově velmi kritických vývojových stadiích, které snižují významně výnos plodin v nepříznivých letech. Jedná se o oblasti: Žatecko, Litoměřicko, střední Čechy, východní Čechy, jižní Morava, jihovýchodní Morava a střední Morava. Výpočty, speciálně vyvinutým programem BIVPROG 1 (bilanční vláhový program) pro PC, byly uskutečněny pro pšenici ozimou jako představitele obilovin, řepku ozimou jako představitele technických plodin, brambory polopozdní a pozdní jako představitele okopanin a voj-

těšku jako představitele pícnin. Hlavním výsledkem výpočtů jsou hodnoty pravděpodobnosti překročení maximálního počtu dní jdoucích po sobě, s půdní vláhou pod dolní hranicí půdní vlhkosti θ_z , zjištěných ve vláhově velmi kritických vývojových stadiích u každé vybrané plodiny. Předložené výsledky přispívají k opodstatněnosti zabývat se potřebou závlah v uvedených oblastech.

MATERIÁL A METODY

Pro řešení zkoumané problematiky byly využity především poznatky uváděné v pracích *Jůvy a kol.* (1981) a *Baňocha a Raszký* (1985), ve kterých jsou zpracovány kritické vývojové fáze plodin ve vztahu k půdní vláhě. V neposlední řadě byl také využit časový průběh kritických vývojových období plodin ve vztahu k půdní vláhě, který pro území jižní Moravy do tabulky zpracoval prof. Vaníček, která je uvedena v práci *Hemerky* (1965). Cenné jsou rovněž zobecněné poznatky o vývojových obdobích rostlin s rozdílnými nároky na půdní vodu, která uvádějí *Penka a kol.* (1973).

Prezentované poznatky z výzkumu závislosti fenofází plodin – raných brambor (*Rožnovský a kol.*, 2006), pšenice ozimé (*Balla a kol.*, 2002, *Dunajský a Jenča*, 1993), ječmene jarního, kukuřice na zrno, cukrové řepy (*Dunajský a Jenča*, 1993) a řepky ozimé (*Remišová a Vicanová*, 2006, *Šrojtová a Tóth*, 2006) – na meteorologických činitelích, především teplotách a srážkách, pomohly rozšířit pohled na zkoumanou problematiku.

Informace o dlouhodobém sledování fenofází vybraných plodin na fenologických stanicích ČHMÚ (*Kolektiv*, 2007) byly využity jako podklad pro naši objednávku v ČHMÚ na stanovení časového trvání jednotlivých fenofází představitelů hlavních druhů zemědělských plodin v našich nejsušších oblastech.

Základem vlastních výzkumných prací byly výpočty, kterými se zjistil pro střední půdu výskyt vláhových nedostatků ve vláhově velmi kritických stadiích u vybraných plodin (reprezentujících čtyři hlavní druhy pěstovaných plodin) v denním intervalu od

1. 3. do 31. 10. každého roku za bilanční období let 1961 až 2000, tj. ve čtyřicetileté recentní řadě pro naše nejsušší oblasti reprezentované deseti technickými řadami klimatologických prvků (denní srážky, průměrné denní vlhkosti vzduchu, průměrné denní teploty vzduchu). Přitom technickou řadou se rozumí retrospektivní řada klimatologických údajů složená z údajů blízkých stanic ČHMÚ vztažená k jednomu místu, obvykle srážkoměrnému.

Výpočty se uskutečnily pro tyto čtyři vybrané plodiny: pšenice ozimá, řepka ozimá, brambory a vojtěška, které byly zvoleny jako představitelé hlavních druhů pěstovaných plodin, tj. obilovin, technických plodin, okopanin a pícnin. Přehled o technických řadách klimatologických prvků v rámci suchých oblastí ČR, které se použily pro výpočty, ukazuje Tab. I, ve které jsou také uvedeny nejbližší fenologické stanice ČHMÚ k příslušné technické řadě, ze kterých byly převzaty fenologické údaje.

Pro výpočty byl pro PC sestaven program BIVPROG 1 v tabulkovém editoru Excel. Program bilancuje stav půdní vláh plodiny v návaznosti na její vláhovou potřebu v denním časovém kroku v době od 1. 3. do 31. 10. sledovaného roku. Aktiva vláhové bilance – srážky – do řešení vstupují skutečnými hodnotami. Pasiva, tj. evapotranspirace a nevyužitý odtok, se vypočítávají. K výpočtu evapotranspirace plodiny se užila metoda koeficientů biologické křivky (*Sláma*, 1969), které jsou vztaženy k sytostnímu doplňku. Metoda byla výzkumně vyvinuta pro podmínky České republiky. Ve výpočtu je rovněž zohledněno snižování výparu v závislosti na půdní vlhkosti, zohledněn je i vliv sklonitosti závlahové plochy na využitelnost denních srážek.

Obsahem vstupních dat do programu jsou i datové údaje o obdobích, ve kterých se vyskytují velmi kritická stadia na nedostatek půdní vláh u zkoumané plodiny. Při poklesu půdní vlhkosti plodiny v těchto stadiích pod dolní hranici půdní vláh θ_z se takový případ započítával do počtu dní, vlivem kterých má plodina závažný nedostatek vláh. Výpočtem se tak zjistí pravděpodobnost výskytu po sobě jdoucích

I: Vymezení technických řad a fenologických stanic ČHMÚ v rámci suchých oblastí ČR

Čechy						
Suchá oblast	Žatecko a Lounsko		Litoměřicko	střední Čechy		východní Čechy
Technická řada	Žatec		Roudnice n. L.	Brandýs nad Labem		Pardubice
Fenologická stanice	Strupčice Blšany		Doksany	Brandýs nad Labem Praha-Uhřiněves		Přelouč Poděbrady
Morava						
Suchá oblast	jižní Morava			jihovýchodní Morava	střední Morava	
Technická řada	Židlochovice	Podivín	Znojmo	Strážnice	Kroměříž	Olomouc
Fenologická stanice	Sokolnice	Lednice	Znojmo	Strážnice Blatnice	Kroměříž	Rymice Věrovany Cholina

dní od jednoho do počtu n (a z toho odvozená pravděpodobnost překročení po sobě jdoucích počtu dní), kdy ve vláhvě velmi kritickém vývojovém stadiu plodiny trvale poklesne půdní vláha pod hranici Θ_z . Podle toho pak byla zjištěna pravděpodobnost výskytu roků, kdy bez závlahy dochází u plodiny k závažnému nedostatku vláhy vlivem sucha, a tím ke snížení jejího výnosu. Dolní hranice půdní vláhy (mez zavlažování) Θ_z se stanovila podle vztahu:

$$\Theta_z = \Theta_v + \frac{Z_{v,min}}{100} \cdot \Theta_p [\% \text{ obj.}], \quad (1)$$

kde:

Θ_v – bod vadnutí [% obj.],

Θ_p – využitelná vodní kapacita, což je množství kapilární vody v půdě fyziologicky využitelné rostlinou, které je rozdílem mezi polní vodní kapacitou Θ_{PK} a bodem vadnutí Θ_v :

$$\Theta_p = \Theta_{PK} - \Theta_v [\% \text{ obj.}]. \quad (2)$$

$Z_{v,min}$ – minimální zásoba půdní vláhy v % využitelné vodní kapacity Θ_p ,

Hodnoty $Z_{v,min}$ pro vybrané plodiny byly převzaty z ČSN 75 0434.

Vstupní údaje do výpočetního programu BIVPROG 1 pro čtyři vybrané plodiny jsou uvedeny v Tab. II až V. V tabulkách jsou vývojová stadia plodin podle vztahu k půdní vláze číselně označena takto: 1 – velmi kritické, 2 – kritické, 3 – důležité.

II: **Pšenice ozimá** – hodnoty $Z_{v,min}$, vývojová stadia podle vztahu k půdní vláze a kalendářní data průměrného nástupu fenologických fází zjištěná ve fenologických stanicích ČHMÚ

Minimální zásoba půdní vláhy $Z_{v,min}$ [% Θ_p]	Stadium podle vztahu k půdní vláze	Fenologická fáze	Technická řada meteorologických údajů									
			Žatec	Roudnice nad Labem	Brandýs nad Labem	Pardubice	Židlochovice	Podivín	Znojmo	Strážnice	Kroměříž	Olomouc
			Fenologická stanice									
			Strupčice	Doksany	Brandýs nad Labem	Přelouč	Sokolnice	Lednice	Znojmo	Strážnice	Kroměříž	Věrovany
60	2	setí	9. 10.	10. 10.	18. 10.	22. 10.	9. 10.	3. 10.	4. 10.	30. 9.	28. 9.	3. 10.
	1	vzcházení	21. 10.	25. 10.	7. 11.	31. 10.	28. 10.	13. 10.	18. 10.	13. 10.	10. 10.	17. 10.
		odnožování (podzimní)	30. 10.	10. 11.	26. 11.	-	28. 11.	10. 11.	14. 11.	29. 10.	30. 10.	13. 11.
40	1	odnožování (jarní)	2. 4.	24. 2.	18. 3.	18. 3.	6. 4.	20. 2.	20. 3.	21. 3.	14. 3.	26. 3.
		počátek prodlužování listových pochev	27. 4.	10. 4.	11. 4.	26. 4.	27. 4.	28. 3.	5. 4.	3. 4.	18. 4.	16. 4.
	3	první kolénko	7. 5.	4. 5.	2. 5.	6. 5.	6. 5.	20. 4.	3. 5.	24. 4.	27. 4.	27. 4.
		druhé kolénko	14. 5.	9. 5.	13. 5.	13. 5.	15. 5.	29. 4.	11. 5.	30. 4.	4. 5.	2. 5.
		naduření pochvy	24. 5.	17. 5.	25. 5.	25. 5.	25. 5.	15. 5.	21. 5.	13. 5.	17. 5.	20. 5.
	2	metání	2. 6.	25. 5.	31. 5.	1. 6.	1. 6.	22. 5.	27. 5.	22. 5.	26. 5.	26. 5.
		počátek kvetení	6. 6.	2. 6.	7. 6.	6. 6.	3. 6.	26. 5.	3. 6.	31. 5.	1. 6.	2. 6.
	3	konec kvetení	16. 6.	11. 6.	12. 6.	15. 6.	12. 6.	4. 6.	12. 6.	10. 6.	9. 6.	11. 6.
50	1	mléčná zralost	26. 6.	24. 6.	27. 6.	25. 6.	25. 6.	18. 6.	21. 6.	25. 6.	23. 6.	21. 6.
		žlutá zralost	21. 7.	16. 7.	17. 7.	20. 7.	17. 7.	9. 7.	14. 7.	12. 7.	14. 7.	16. 7.
	3	plná zralost	29. 7.	18. 7.	24. 7.	22. 7.	25. 7.	15. 7.	17. 7.	15. 7.	21. 7.	21. 7.
		sklizeň	3. 8.	1. 8.	5. 8.	5. 8.	29. 7.	19. 7.	24. 7.	25. 7.	1. 8.	30. 7.

III: **Řepka ozimá** – hodnoty $Z_{v,min}$, vývojová stadia podle vztahu k půdní vláze a kalendářní data průměrného nástupu fenologických fází zjištěná ve fenologických stanicích ČHMÚ

Minimální zásoba půdní vláhy $Z_{\text{vmin}} [\% \theta_p]$	Stadium podle vztahu k půdní vláze	Fenologická fáze	Technická řada meteorologických údajů									
			Žatec	Roudnice nad Labem	Brandýs nad Labem	Pardubice	Židlochovice	Podivín	Znojmo	Strážnice	Kroměříž	Olomouc
			Fenologická stanice									
			Strupčice	Doksany	Praha-Uhřetěves	Přelouč	Sokolnice	Lednice	Znojmo	Strážnice	Kroměříž	Rymice
60	2	setí	25. 8.	chybí fenologická data	26. 8.	6. 9	5. 9.	30. 8.	9. 9.	26. 8.	2. 9.	7. 9.
	1	vzcházení	16. 9.		7. 9.	13. 9	23. 9.	7. 9.	23. 9.	14. 9.	8. 9.	2. 10.
		první listy	20. 9.		27. 9.	18. 9	5. 10.	15. 9.	29. 9.	23. 9.	23. 9.	18. 10.
40	3	prodlužování stonku	6. 4.		15. 4.	8. 4	15. 4.	27. 3.	3. 4.	2. 4.	14. 4.	19. 4.
	2	počátek kvetení	29. 4.		28. 4.	24. 4	3. 5.	25. 4.	1. 5.	24. 4.	1. 5.	2. 5.
	3	plný rozkvět	7. 5.		5. 5.	30. 4	9. 5.	3. 5.	8. 5.	29. 4.	8. 5.	5. 5.
		konec kvetení	25. 5.		22. 5.	21. 5	25. 5.	12. 5.	27. 5.	14. 5.	22. 5.	30. 5.
60	1	narůstání semene	12. 6.		6. 6.	5. 6	9. 6.	3. 6.	11. 6.	31. 5.	10. 6.	12. 6.
		žlutá zralost	30. 6.		22. 6.	21. 6	25. 6.	25. 6.	26. 6.	18. 6.	30. 6.	26. 6.
	3	sklizeň	20. 7.		22. 7.	20. 7	24. 7.	7. 7.	16. 7.	8. 7.	17. 7.	22. 7.

IV: **Brambory polopozdní a pozdní** – hodnoty $Z_{v,min}$, vývojová stadia podle vztahu k půdní vláze a kalendářní data průměrného nástupu fenologických fází zjištěná ve fenologických stanicích ČHMÚ

Minimální zásoba půdní vláhy $Z_{v,min} [\% \theta_p]$	Stadium podle vztahu k půdní vláze	Fenologická fáze	Technická řada meteorologických údajů									
			Žatec	Roudnice nad Labem	Brandýs nad Labem	Pardubice	Židlochovice	Podivín	Znojmo	Strážnice	Kroměříž	Olomouc
			Fenologická stanice									
			Strupčice	Doksany	Brandýs nad Labem	Poděbrady	Sokolnice	Lednice	Znojmo	Blatnice	Kroměříž	Cholina
60	3	sázení	23. 4.	6. 4.	3. 4.	21. 4.	9. 4.	chybí fenologická data	chybí fenologická data	12. 4.	chybí fenologická data	15. 4.
	2	vzcházení	12. 5.	30. 4.	2. 5.	20. 5.	30. 4.			24. 5.		5. 5.
		začátek kvetení	23. 6.	12. 6.	14. 6.	1. 7.	19. 6.			4. 7.		21. 6.
		plné kvetení	29. 6.	16. 6.	21. 6.	4. 7.	27. 6.			13. 7.		26. 6.
	3	konec kvetení	5. 7.	20. 6.	28. 6.	7. 7.	5. 7.			22. 7.		1. 7.
70	1	odumírání nati	19. 8.	21. 7.	11. 8.	12. 8.	20. 8.	chybí fenologická data	chybí fenologická data	25. 8.	chybí fenologická data	3. 8.
60	3	sklizeň	2. 9.	21. 8.	1. 9.	7. 9.	11. 9.			18. 9.		27. 8.

Poznámka: pro nedostatek podkladů byl konec kvetení brambor stanoven odhadem

V: **Vojtěška 1. užitkový rok** – hodnoty $Z_{v,min}$, vývojová stadia podle vztahu k půdní vláhě a kalendářní data průměrného nástupu fenologických fází zjištěná ve fenologických stanicích ČHMÚ

Minimální zásoba půdní vláh $Z_{v,min}$ [% θ_p]	Stadium podle vztahu k půdní vláhě	Fenologická fáze	Technická řada meteorologických údajů									
			Žatec	Roudnice nad Labem	Brandýs nad Labem	Pardubice	Židlochovice	Podivín	Znojmo	Strážnice	Kroměříž	Olomouc
			Fenologická stanice									
			Bílšany	Doksany	Brandýs nad Labem	Přelouč	Sokolnice	Lednice	Znojmo	Strážnice	Kroměříž	Věrovany
60	2	první listy	28. 3.	chybí fenologická data	27. 3.	13. 3.	27. 3.	3. 3.	27. 3.	21. 3.	5. 4.	28. 3.
		konec regenerace rostlin	6. 5.		9. 5.	7. 5.	7. 5.	6. 5.	9. 5.	29. 4.	12. 5.	9. 5.
	1	intenzivní růst veget. orgánů	26. 5.		29. 5.	27. 5.	27. 5.	26. 5.	29. 5.	19. 5.	1. 6.	29. 5.
	2	1. seč	27. 5.		30. 5.	6. 6.	28. 5.	27. 5.	30. 5.	20. 5.	2. 6.	30. 5.
		konec regenerace rostlin	19. 6.		20. 6.	29. 6.	20. 6.	16. 6.	21. 6.	9. 6.	27. 6.	19. 6.
	1	intenzivní růst veget. orgánů	11. 7.		10. 7.	22. 7.	12. 7.	6. 7.	13. 7.	28. 6.	22. 7.	8. 7.
	2	2. seč	12. 7.		11. 7.	23. 7.	13. 7.	7. 7.	14. 7.	29. 6.	23. 7.	9. 7.
		konec regenerace rostlin	8. 8.		6. 8.	22. 8.	6. 8.	29. 7.	10. 8.	21. 7.	13. 8.	3. 8.
	1	intenzivní růst veget. orgánů	4. 9.		1. 9.	20. 9.	30. 8.	19. 8.	5. 9.	11. 8.	3. 9.	28. 8.
	2	3. seč	5. 9.		2. 9.	21. 9.	31. 8.	20. 8.	6. 9.	12. 8.	4. 9.	29. 8.

Poznámka: pro nedostatek podkladů byly konec regenerace rostlin a intenzivní růst vegetačních orgánů vojtěšky stanoveny odhadem

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výsledkem výpočtů jsou hodnoty pravděpodobnosti překročení maximálního počtu dní jdoucích po sobě, s půdní vláhou pod dolní hranicí půdní vlhkosti θ_z , zjištěných ve vláhově velmi kritických vývojových stádiích u každé vybrané plodiny. Pravděpodobnosti překročení byly stanoveny ze čtyřicetileté řady (roků 1961 až 2000) výpočtů uskutečněných pro každou technickou řadu klimatologických údajů a příslušnou fenologickou stanicí s fenologickými údaji vybrané plodiny a byly zpracovány do grafů. Vzhledem k rozsáhlosti grafických výsledků jsou zpracovány tabulkově v Tab. VI až IX.

Výsledky je možné interpretovat např. na ozimé pšenici (viz Tab. VI) pro jednotku (technická řada/fenologická stanice) Olomouc/Věrovany, která má při pravděpodobnosti 50 % 21 dní a více po sobě jdoucích půdní vláhu pokleslou pod dolní hranici půdní vlhkosti θ_z ve velmi kritickém stadiu plodiny na vláhu. To znamená, že v 50 % let, tj. v našem případě 20 let ze 40, dochází k nedostatku půdní vláh

po dobu 21 až 26 po sobě jdoucích dnů ve vláhově velmi kritickém vývojovém stadiu, v tomto případě ve stadiu mléčné zralosti. Podobně lze interpretovat i ostatní uváděné výsledky. Je však třeba upozornit, že i z tabulkových údajů je zřejmé, že údaje o počtu dnů po sobě jdoucích s vlhkostí půdy pod dolní hranicí půdní vlhkosti θ_z jsou často pro sled sousedních pravděpodobností konstantní, tj. nerostoucí a dosahují maxima možného počtu dní ve vláhově velmi kritickém stadiu plodiny.

Ze zpracovaných výsledků v Tab. VI až IX pro naše nejsušší oblasti vyplývá, že maximální počet dní, jdoucích po sobě, s půdní vláhou pod dolní hranicí půdní vlhkosti θ_z , zjištěný ve vláhově velmi kritických vývojových stádiích u všech vybraných plodin, je velký, a to především při pravděpodobnostech překročení nad cca 60 %. Tento závažný nedostatek půdní vláh vlivem sucha v cca 24 letech ze 40 zkoumaných roků (1961 až 2000) snižuje významně výnos plodin v nepříznivých letech. V současné době však neexistuje vztah, kterým by bylo možné stano-

VI: **Pšenice ozimá** – počet dní jdoucích po sobě, s půdní vláhou pod dolní hranicí půdní vlhkosti Θ_z , zjištěných ve vláhově velmi kritických stadiích plodiny v závislosti na jejich pravděpodobnosti překročení

Suchá oblast	Technická řada/ fenologická stanice	Pravděpodobnost překročení maximálního počtu dní jdoucích po sobě, s půdní vláhou pod dolní hranicí půdní vlhkosti Θ_z , zjištěných ve vláhově velmi kritických stadiích plodiny [%]				
		20	40	50	60	80
Žatecko	Žatec/Strupčice	26	26	26	26	17
Litoměřicko	Roudnice n. L./Doksany	23	23	23	23	14
střední Čechy	Brandýs n. L./Brandýs n. L.	21	21	19	14	4
východní Čechy	Pardubice/Přelouč	26	26	26	23	5
jižní Morava	Židlochovice/Sokolnice	23	23	23	23	15
	Podivín/Lednice	22	22	22	22	19
	Znojmo/Znojmo	24	24	24	24	12
jihových. Morava	Strážnice/Strážnice	24	23	23	23	14
střední Morava	Kroměříž/Kroměříž	22	22	20	12	4
	Olomouc/Věrovany	26	26	21	15	8

VII: **Řepka ozimá** – počet dní jdoucích po sobě, s půdní vláhou pod dolní hranicí půdní vlhkosti Θ_z , zjištěných ve vláhově velmi kritických stadiích plodiny v závislosti na jejich pravděpodobnosti překročení

Suchá oblast	Technická řada/fenologická stanice	Pravděpodobnost překročení maximálního počtu dní jdoucích po sobě, s půdní vláhou pod dolní hranicí půdní vlhkosti Θ_z , zjištěných ve vláhově velmi kritických stadiích plodiny [%]				
		20	40	50	60	80
Žatecko	Žatec/Strupčice	19	19	19	19	3
Litoměřicko	Roudnice n.L./Doksany	nedodána fenologická data				
střední Čechy	Brandýs n.L./Praha-Uhřetěves	21	18	15	11	0
východní Čechy	Pardubice/Přelouč	17	17	17	8	1
jižní Morava	Židlochovice/Sokolnice	17	17	17	17	13
	Podivín/Lednice	23	23	23	23	21
	Znojmo/Znojmo	16	16	16	15	7
jihových. Morava	Strážnice/Strážnice	19	19	19	19	14
střední Morava	Kroměříž/Kroměříž	21	16	13	11	2
	Olomouc/Rymice	17	15	15	12	0

vit snížení výnosu plodiny vlivem nedostatku půdní vláhov ve vláhově velmi kritických vývojových stadiích. Proto, aby bylo možné zjištění výsledky vyhodnotit, vyšlo se z úvahy, že při závlaze pozemku s polní plodinou se doporučuje dodat závlahovou dávku nejpozději za 5 až 7 dní a stanovilo se následující hodnotící kritérium. Uvážil-li se, že v závlahové špičce je možné u velkoplošných závlahových systémů obvykle současně zavlažit cca asi 33 % závlahové plochy, je nutné u některých plodin osevní struktury odložit závlahu o 5 až 7 dní. Pak největší časový interval, kdy by plodina měla u nás vydržet

sucho bez větší újmy, lze stanovit na 14 dnů. Aplikují-li se předchozí úvahy na zjištěné výsledky, lze pak stanovit pravděpodobnost překročení 14 dní jdoucích po sobě, s půdní vláhou pod dolní hranicí půdní vlhkosti Θ_z , zjištěnou ve vláhově velmi kritických vývojových stadiích a k ní počet roků ze čtyřiceti zkoumaných odpovídajících stanovené pravděpodobnosti překročení. Odvozené hodnotící kritérium je v následujícím textu nazýváno čtrnáctidenním. Souhrnné výsledky zpracované podle čtrnáctidenního kritéria jsou prezentované v Tab. X.

VIII: **Brambory polopozdní a pozdní** – počet dní jdoucích po sobě, s půdní vláhou pod dolní hranicí půdní vlhkosti Θ_z , zjištěných ve vláhově velmi kritických stadiích plodiny v závislosti na jejich pravděpodobnosti překročení

Suchá oblast	Technická řada/fenologická stanice	Pravděpodobnost překročení maximálního počtu dní jdoucích po sobě, s půdní vláhou pod dolní hranicí půdní vlhkosti Θ_z , zjištěných ve vláhově velmi kritických stadiích plodiny [%]				
		20	40	50	60	80
Žatecko	Žatec/Strupčice	46	46	43	35	28
Litoměřicko	Roudnice n. L./Doksany	32	31,5	26,5	21,5	12
střední Čechy	Brandýs n. L./ Brandýs n. L.	45	39	30	24,5	11
východní Čechy	Pardubice/Poděbrady	37	30,5	29	27	9,5
jižní Morava	Židlochovice/Sokolnice	47	47	47	46	22
	Podivín/Lednice	nedodána fenologická data				
	Znojmo/Znojmo	nedodána fenologická data				
jihových. Morava	Strážnice/Blatnice	35	35	34	29	17
střední Morava	Kroměříž/Kroměříž	nedodána fenologická data				
	Olomouc/Cholina	34	29	24	19	8

IX: **Vojtěška 1. užitkový rok** – počet dní jdoucích po sobě, s půdní vláhou pod dolní hranicí půdní vlhkosti Θ_z , zjištěných ve vláhově velmi kritických stadiích plodiny v závislosti na jejich pravděpodobnosti překročení

Suchá oblast	Technická řada/fenologická stanice	Pravděpodobnost překročení maximálního počtu dní jdoucích po sobě, s půdní vláhou pod dolní hranicí půdní vlhkosti Θ_z , zjištěných ve vláhově velmi kritických stadiích plodiny [%]				
		20	40	50	60	80
Žatecko	Žatec/Blšany	28	28	28	28	12,5
Litoměřicko	Roudnice n.L./Doksany	nedodána fenologická data				
střední Čechy	Brandýs n. L./ Brandýs n. L.	27	27	26	22,5	5
východní Čechy	Pardubice/Přelouč	30	24	24	22	9,5
jižní Morava	Židlochovice/Sokolnice	25	25	25	25	22
	Podivín/Lednice	22	22	22	22	22
	Znojmo/Znojmo	27	27	27	27	2
jihových. Morava	Strážnice/Blatnice	22	22	22	22	12,5
střední Morava	Kroměříž/Kroměříž	26	22	22	20,5	4,5
	Olomouc/Věrovany	26	26	26	22	4,5

Z Tab. X je zřejmé, že až na malé výjimky bylo v letech 1961 až 2000 překročeno čtrnáctidenní kritérium u všech vybraných plodin ve více než 20 letech, a to i u ozimé pšenice a řepky, které jsou považovány z hlediska potřeby jejich závlahy za druhořadé. Ze zjištěných výsledků rovněž vyplývá, že nedostatek půdní vláhly se obvykle začne projevovat už v obdobích před vláhově velmi kritickými vývojovými stadii, ve kterých nedostatek vláhly často následně pokračuje.

Výsledky byly zjištěny pro střední půdu, pro lehkou půdu by proto byly ještě nepříznivější. Z uvedeného je rovněž zřejmá opodstatněnost zabývat se potřebou závlah v našich nejsušších oblastech, ze kterých jsou zpracované výsledky. Je to nutné i s ohledem na predikovanou klimatickou změnu, při které se i u nás předpokládá nárůst zemědělského sucha, a to nejen v našich nejsušších oblastech.

X: Pravděpodobnost překročení 14 dnů jdoucích po sobě, s půdní vláhou pod dolní hranicí půdní vlhkosti Θ_z , zjištěná ve vláhově velmi kritických stadiích u vybraných plodin a k tomu počet roků ze 40 vyhodnocovaných, u kterých je překročeno čtrnáctidenní kritérium

Suchá oblast	Technická řada / fenologická stanice	Pšenice ozimá	Řepka ozimá	Brambory polopozdní a pozdní	Vojtěška 1. užitk. rok
		pravděpodobnost překročení [%] / počet roků			
Žatecko	Žatec/Blšany, Strupčice	84/34	67/27	91/37	79/31
Litoměřicko	Roudnice n. L./Doksany	80/32	x	76/30	x
střední Čechy	Brandýs n. L./Brandýs n. L., Praha-Uhřetěves	58/23	51/20	78/31	70/28
východní Čechy	Pardubice/Přelouč, Poděbrady	68/27	55/22	73/29	71/28
jižní Morava	Židlochovice/Sokolnice	82/32	76/30	87/34	84/33
	Podivín/Lednice	91/37	85/34	x	96/38
	Znojmo/Znojmo	74/29	62/24	x	89/35
jihových. Morava	Strážnice/Strážnice, Blatnice	80/32	74/29	86/34	74/29
střední Morava	Kroměříž/Kroměříž	56/22	44/17	x	68/27
	Olomouc/Věrovany, Rymice, Cholina	68/27	59/23	75/30	70/28

x – není uveden údaj pro nedostatek fenologických údajů

SOUHRN

Článek poskytuje výsledky zjištění vláhových deficitů u představitelů hlavních druhů zemědělských plodin v jejich vláhově velmi kritických vývojových stadiích v našich nejsušších oblastech (Žatecko, Litoměřicko, střední Čechy, východní Čechy, jižní Morava, jihovýchodní Morava, střední Morava) v letech 1961–2000. Výpočty, speciálně vyvinutým programem BIVPROG 1 pro PC, byly uskutečněny pro pšenici ozimou jako představitele obilovin, řepku ozimou jako představitele technických plodin, brambory polopozdní a pozdní jako představitele okopanin a vojtěšku jako představitele píce.

Výsledkem výpočtů jsou hodnoty pravděpodobnosti překročení maximálního počtu dní jdoucích po sobě, s půdní vláhou pod dolní hranicí půdní vlhkosti Θ_z , zjištěných ve vláhově velmi kritických vývojových stadiích u každé vybrané plodiny. Pravděpodobnosti překročení byly stanoveny ze čtyřicetileté řady (roků 1961 až 2000) výpočtů uskutečněných pro každou technickou řadu klimatologických údajů a příslušnou fenologickou stanici s fenologickými údaji vybrané plodiny a byly zpracovány do grafů. Vzhledem k rozsáhlosti grafických výsledků jsou tyto zpracovány tabulkově v Tab. VI až IX.

Ze zpracovaných výsledků v Tab. VI až IX pro naše nejsušší oblasti vyplývá, že maximální počet dní, jdoucích po sobě, s půdní vláhou pod dolní hranicí půdní vlhkosti Θ_z , zjištěný ve vláhově velmi kritických vývojových stadiích u všech vybraných plodin, je velký, a to především při pravděpodobnostech překročení nad cca 60 %. Tento závažný nedostatek půdní vláhy vlivem sucha v cca 24 letech ze 40 zkoumaných roků (1961 až 2000) snižuje významně výnos plodin v nepříznivých letech.

Pro souhrnné hodnocení získaných výsledků bylo odvozeno tzv. čtrnáctidenní kritérium, podle kterého jsou vypočítány hodnoty obsažené v Tab. X. Z ní je zřejmé, že až na malé výjimky bylo v letech 1961 až 2000 překročeno čtrnáctidenní kritérium u všech vybraných plodin ve více než 20 letech, a to i u ozimé pšenice a řepky, které jsou považovány z hlediska potřeby jejich závlahy za druhořadé. Ze zjištěných výsledků rovněž vyplývá, že nedostatek půdní vláhy se obvykle začne projevovat už v obdobích před vláhově velmi kritickými vývojovými stadii plodiny na vláhu, ve kterých nedostatek vláhy často následně pokračuje. Výsledky byly zjištěny pro střední půdu, pro lehkou půdu by proto byly ještě nepříznivější.

Z uvedeného je rovněž zřejmá opodstatněnost zabývat se potřebou závlah v našich nejsušších oblastech, ze kterých jsou zpracovány výsledky, a to i s ohledem na predikovanou klimatickou změnu, která i u nás má mít za následek zvýšení zemědělského sucha.

plodina, vláhově kritické stadium plodiny, dolní hranice půdní vlhkosti, pravděpodobnost překročení, klimatologická data, fenologická data, modelové výpočty na PC, čtrnáctidenní kritérium

Předložený příspěvek je výstupem výzkumného projektu NAZV č. QF3100 „Posouzení nárůstu klimatického sucha v zemědělství a zmírňování jeho důsledků závlahami“.

SUMMARY

In the Czech Republic is build up about 150 thousand ha of irrigations in our most fertile however driest regions, most of them (c. 127 ha) was privatised in year 1997 and 1998. On the present time is exploitation of privatised irrigations from different reasons mostly low, about from 25 to 30 % area, and some of them are not operated at all. The aim of this article is to give the information about acquired results of moisture deficits for representatives of main crop sorts in their very critical development stages on soil moisture in our driest regions (Žatecko, Litoměřicko, Middle Bohemia, East Bohemia, Southern Moravia, South-East Moravia, Middle Moravia) in the years 1961–2000. The calculations were realized by the specially developed program BIVPROG 1 (the balance moisture program) on PC for perennial wheat (as representative of cereals), perennial rape (technical crops), potatoes (root-crops) and alfalfa (fodder crops) in its first crop year.

The results of the calculations are probabilities of over fulfillment of maximum number days successive with moisture below the lower limit of soil moisture Θ_z found out in very critical development stages on moisture for every chosen crop. The probabilities of over fulfillment were determined from quadragenarian line (the years 1961–2000) of calculations made for every technical line of climatological data and pertinent phenological station with phenological data of chosen crop and they were worked into graphs. With regards to the extent of graphical outcome, the results are worked in tables VI to IX.

Acquired results for our driest regions presented in tables VI to IX illustrate that maximum number of successive days with soil moisture below the lower limit Θ_z ascertained in very critical development stages of all choice crops is great, namely above all with the probabilities of over fulfillment over 60 %. This weighty poverty of soil moisture with influence drought in c. 24 years from 40 investigated years (1961–2000) significantly declines yield of crops in unfavourable years.

The fortnightly criterion was derived for comprehensive evaluation of acquired results, the values of comprehensive evaluation are presented in table X. The fortnightly criterion was derived from consideration, that crop is able to hold out drought 14 days without larger damage. Table X reflects that the fortnightly criterion in the years 1961–2000 was exceeded in more than 20 years for all chosen crops, also in the case of perennial wheat and rape which are considered as secondary from the aspect of their irrigation requirements. From the obtained data also follows, that the lack of soil moisture usually starts to show already before the very critical development stages of the crop, and then often continues. The results were acquired for medium soil, for mild soil the results would be even more unfavourable. The mentioned facts reflect a juistness to employ oneself in irrigation requirement in our driest regions namely also with respect to predicated climatic change, which has entail increasing of agricultural drought.

LITERATURA

- BALLA, P., KOTOROVÁ, D., JAKUBOVÁ, J., 2002: Využitie štatistických metód pri hodnotení vplyvu počasia na rastovo-vývinové fázy pšenice ozimej. In: XVI Česko-Slovenská bioklimatologická konferencie. Lednice na Moravě: Česká bioklimatologická společnost, 2. až 4. září 2002, na CD-ROM s. 23–27. ISBN 80–85813–99–8.
- BAŇOCH, Z., RASZKA, P., 1985: *Návrh organizace rostlinné výroby s využitím závlah*. Metodiky pro zavádění výsledku výzkumu do zemědělské praxe. Č. 5. Praha, ÚVTIZ Praha. 63 s.
- ČSN 75 0434: Potřeba vody pro doplňkovou závlahu. 1994.
- DUNAJSKÝ, E., JENČA, V., 1993: Závislost nástupu a trvania fenologických fáz na meteorologické prvky u vybraných plodin z agrometeorologického observatória Trebišov – Milhostov. In *Agrometeorologická konferencie* 93. Brno: Česká bioklimatologická společnost, 23.–26. 11. 1993, s. 70–77.
- HEMERKA, G., 1965: Aplikace Klattovy metody na určování přídatné závlahy v závlahové oblasti Krhovice–Hevlín. *Vedecké práce Výzkumného ústavu závlahového hospodářství v Bratislavě*, č. 3, s. 178–199.
- JŮVA, K., FILIP, J., HRABAL, V., 1981: *Závlaha zemědělských kultur*. Praha: SZN Praha, 312 s.
- KOLEKTIV, 2007: *Návod pro činnost fenologických stanic – polní plodiny*. Praha: Český hydrometeorologický ústav Praha, 91 s.
- PENKA, M., BAŇOCH, Z., HEMERKA, G., 1973: *Zavlažování rostlin*. Praha: SZN Praha, 307 s.
- REMIŠOVÁ, V., VICENOVÁ, A., 2006: Vplyv teploty vzduchu na začiatok kvitnutia repky ozimej na Slovensku. In: Mez. seminář *Fenologická odezva proměnlivosti podnebí*. Brno: Česká bioklimatologická společnost, Český hydromet. ústav – pob. Brno, 22. 3. 2006, na CD-ROM, 5 s. ISBN 80-86690-35-0.
- ROŽNOVSKÝ, J., JŮZL, M., STŘEDA, T., 2006: Fenologické spektrum raných brambor. In: Mez. seminář *Fenologická odezva proměnlivosti podnebí*. Brno: Česká bioklimatologická společnost, Český hydromet. ústav – pob. Brno, 22. 3. 2006, na CD-ROM, 7 s. ISBN 80-86690-35-0.
- SLÁMA V., 1969: *Stanovení závlahových režimů zemědělských plodin*. Část III. (Grafická metoda). Metodika. Praha: ÚVTIZ Praha. 79 s., 9 příl.
- ŠROJTOVÁ, G., TÓTH, Š., 2006: Analýza vplyvu počasia na nástup fenologických fáz v repke olejke ozimej. In: Mez. seminář *Fenologická odezva proměnlivosti podnebí*. Brno: Česká bioklimatologická společnost, Český hydromet. ústav – pob. Brno, 22. 3. 2006, na CD-ROM, 8 s. ISBN 80-86690-35-0.

Adresa

Ing. Pavel Spitz, CSc., Ing. Ivo Hemerka, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., výzkumné oddělení
Brno, Lidická 25/27, 602 00 Brno, Česká republika, e-mail: spitz@vumopbrno.cz, hemerka@vumopbrno.cz