

¹Katedra Agrometeorologii Akademii Rolniczej w Lublinie
ul. Akademicka 15, 20-033 Lublin, Poland

²Katedra Roślin Przemysłowych i Leczniczych, Akademia Rolnicza w Lublinie

Henryk Galant¹, Sylwia Andruszczak²

Wpływ warunków meteorologicznych na długość międzyfaz
żyta ozimego

The effect of meteorological conditions on phenological interphases duration of winter rye

ABSTRACT. The aim of the present study was to find out the relation between phenological interphases duration of winter rye and the meteorological elements. The experiments were carried out at the Agrometeorological Observatory at Felin. Both the meteorological conditions and the duration of interphases of winter rye were analyzed for the years 1985/1986–1994/1995. The phenological observations were conducted in the following periods: sowing, emergence, appearance of 3rd leaf, tillering, spring start vegetation, shooting, heading, flowering, milk maturity and wax maturity. For each agrophenophase of winter rye such meteorological elements were considered as: sum of air temperatures (°C), mean air temperature (°C), precipitation sum (mm), sunshine duration (h) and evaporation sum (mm). The influence of meteorological conditions on the length of the interphases was determined by correlation coefficients. The analysis of the duration of the interphases versus weather conditions showed a general dependence of developmental stages on the meteorological elements. In the case of air temperature a significant relationship was observed nearly in each interphase (apart from the appearance of 3rd leaf – tillering). It was stated that there was an essential effect of temperature sums on the duration of interphases: emergence – appearance of 3rd leaf, spring start vegetation – shooting, and heading – wax maturity. The mean temperature considerably influenced the interphases: sowing – emergence and shooting – flowering. However, with the increase of temperatures the duration of interphases increased, whereas the growth of mean temperature decreased the length of interphases time. Precipitation had a significant influence on the interphases: appearance of 3rd leaf – tillering, spring start vegetation – shooting and flowering – milk maturity. With the increase of sunshine the duration of interphases spring start vegetation – shooting and heading – flowering essentially increased. Evaporation significantly influenced the interphases emergence – tillering, spring start vegetation – shooting and heading – flowering.

KEY WORDS: interphase period duration, temperature, precipitation, evaporation, sunshine

Elementy meteorologiczne, zwłaszcza opady, temperatura powietrza i wilgotność powietrza, w okresie wegetatywnego i generatywnego wzrostu wywierają na roślinę istotny wpływ. Przedłużają rozwój i tym samym opóźniają dojrzewanie przy niższych temperaturach i większej wilgotności powietrza lub też przyspieszają pojawianie się kolejnych faz rozwojowych w przypadku występowania wyższych temperatur, małej wilgotności powietrza i małej ilości opadów [Deputat, Marcinkowska 1997; Rozbicki 1999; Jankowska i in. 2001]. Wnikliwa analiza zależności istniejących między średnimi wartościami elementów meteorologicznych a długością międzyfaz żyta ozimego, przy użyciu właściwie opracowanej prognozy pogody dla danego regionu, pozwala przewidzieć daty rozpoczęcia poszczególnych faz rozwojowych. Stwarza to możliwość ewentualnego wprowadzenia do uprawy poplonów ścierniskowych, a także precyzyjnego zaplanowania koniecznych do przeprowadzenia w sezonie wegetacyjnym prac polowych. Dlatego też celem prezentowanych badań było określenie wpływu wybranych elementów meteorologicznych na długość międzyfaz żyta ozimego.

METODY

W opracowaniu wykorzystano dziesięcioletni materiał badawczy zebrany w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie w latach 1985/1986–1994/1995. Wnioski dotyczące zależności pomiędzy warunkami pogodowymi a rozwojem żyta ozimego oparto na wynikach obserwacji fenologicznych analizowanych w powiązaniu z określonymi elementami meteorologicznymi.

Obserwacje dotyczące cyklu rozwojowego roślin prowadzono w następujących agrofenofazach: siew, wschody, ukazanie się trzeciego liścia, krzewienie, ruszenie wegetacji na wiosnę, strzelanie w źdźbło, kłoszenie, kwitnienie, dojrzałość mleczna oraz dojrzałość woskowa. Na podstawie terminów rozpoczęcia poszczególnych agrofenofaz w latach obliczono długość okresów międzyfazowych, dla których określono odpowiadające im warunki meteorologiczne, opisane za pomocą sum i średnich temperatur powietrza (°C); sum: opadów (mm), usłonecznienia (godz.) i parowania (mm). Wpływ elementów meteorologicznych na czas trwania międzyfaz żyta ozimego oceniono korzystając ze współczynników korelacji prostej oraz równań regresji liniowej.

WYNIKI

Badania przeprowadzone nad rozwojem żyta ozimego wykazały, iż warunki pogodowe w czasie wegetacji roślin istotnie wpływały na przebieg tego procesu.

Średnie wartości analizowanych elementów meteorologicznych zamieszczono w tabeli 1. Charakterystyka statystyczna omawianych zależności wykazała, że na długość międzyfaz żyta (z wyjątkiem okresu od ukazywania się trzeciego liścia do krzewienia) istotny wpływ miała temperatura powietrza (tab. 2). Z tabeli 1 wynika, że przeciętne sumy temperatur w okresach międzyfazowych wahały się od 75,4°C (ukazywanie się trzeciego liścia – krzewienie) do 500,8°C (zakwitanie – dojrzałość mleczna). Z kolei średnie dziesięcioletnie temperatury powietrza wynosiły od 5,2°C (w okresie ukazywanie się trzeciego liścia – krzewienie) do 18,2°C (w międzyfazie dojrzałość mleczna – dojrzałość woskowa). Wpływ sum temperatur na długość międzyfaz żyta najsilniej zaznaczył się w okresie ruszenie wiosennej vegetacji – strzelanie w źdźbło ($r = 0,823^{**}$), a także w czasie od kłoszenia do dojrzałości woskowej (wzrost sum temperatur powodował wydłużenie omawianych okresów). Natomiast średnie temperatury powietrza miały istotne znaczenie w czasie od siewu do wschodów oraz od strzelania w źdźbło do zakwitania. Jednakże należy stwierdzić, że rozwój roślin w większym stopniu uzależniony był od sum temperatur niż od ich wartości średnich. Większość wykazanych zależności jest zbieżna z wnioskami podanymi przez Koziarę [1996], Rozbickiego [1999], Jankowską i in. [2001].

W badaniach nad reakcją zbóż na warunki pogodowe w okresie vegetacji stwierdza się, że dla rozwoju roślin istotne znaczenie mają także sumy opadów. Mimo iż zboża zaliczane są do grupy roślin o najmniejszych potrzebach wodnych, wielu autorów podkreśla istotne znaczenie tego czynnika dla prawidłowego przebiegu procesów rozwojowych [Grabowska i in. 1999; Raszka 1999]. Spośród wszystkich omawianych elementów meteorologicznych opady podlegają największym wahaniom. Efektem tego jest wystąpienie okresów z wyraźnym niedoborem lub znacznym nadmiarem wody w glebie [Grabowska i in. 1999]. Na podstawie obserwacji prowadzonych w trakcie trwania badań wyliczono, że średnie międzyfazowe sumy opadów kształtowały się na poziomie od 8,8 mm w okresie siew – wschody do 50,1 mm w międzyfazie zakwitanie–dojrzałość mleczna (tab. 1). Analizując wpływ sum opadów atmosferycznych na długość poszczególnych agrofaz żyta, najwyższe dodatnie korelacje uzyskano w okresie od wiosennego ruszenia vegetacji do strzelania w źdźbło ($r = 0,611^*$) oraz od zakwitania do dojrzałości mlecznej ($r = 0,635^*$).

Obok temperatury i opadów ważną rolę w życiu rośliny pełni światło, które jest czynnikiem bezpośrednio wpływającym na tworzenie substancji organicznej. Żyto ozime należy do roślin dnia długiego, dlatego aby przejść ze stadium vegetatywnego do generatywnego potrzebuje długiego naświetlenia w ciągu dnia. Biorąc pod uwagę poszczególne międzyfazy żyta ozimego najniższą wartość sum usłonecznienia stwierdzono w okresie wschody–ukazywanie się trze

Tabela 1. Charakterystyka warunków meteorologicznych w międzyfazach żyta ozimego w latach 1985/1986–1994/1995
 Table 1. Characteristics of the weather conditions in interphases of winter rye in the years 1985/1986–1994/1995

Okres Period	Długość okresu w dniach Period duration in days	Suma temperatur Sum of air temperatures °C			Średnia temperatura Mean air temperature °C			Suma opadów Sum of precipitation mm			Suma usłonecznienia Sum of sunshine duration h			Suma parowania Sum of evaporation mm		
		średnio mean	wartości ekstremalne extremes	min. max.	średnio mean	wartości ekstremalne extremes	min. max.	średnio mean	wartości ekstremalne extremes	min. max.	średnio mean	wartości ekstremalne extremes	min. max.	średnio mean	wartości ekstremalne extremes	min. max.
I	12,1	119,3	52,1	148,2	10,5	3,5	17,0	8,8	0,0	35,6	26,9	91,3	15,5	7,8	25,6	
II	10,9	88,8	24,8	124,5	8,6	2,8	13,0	13,8	0,0	31,1	18,6	69,0	11,7	6,0	24,3	
III	14,6	75,4	37,0	140,3	5,2	2,2	8,8	16,8	0,0	55,9	29,6	111,6	11,1	5,0	18,5	
IV	25,9	185,8	77,7	284,9	7,2	3,7	9,3	28,1	8,1	79,1	80,7	199,8	43,0	23,1	66,1	
V	23,0	269,8	218,3	329,6	12,0	9,2	17,3	25,9	4,1	54,2	104,2	221,2	46,9	32,4	67,4	
VI	17,5	249	195,3	312,7	14,4	11,9	15,9	29,0	4,0	48,4	133,5	182,5	30,0	21,3	39,9	
VII	30,0	500,8	396,1	607,3	16,8	14,9	18,3	50,1	7,9	117,9	235,3	283,6	58,2	44,3	73,1	
VIII	13,6	246,7	180,1	281,6	18,2	15,6	19,9	27,4	5,0	84,9	75,7	157,5	28,1	17,7	41,8	

Objaśnienia Explanations

- I. Siew–Wschody Sowing–Emergence
- II. Wschody–Ukazywanie się trzeciego liścia Emergence–Appearance of 3rd leaf
- III. Ukazywanie się trzeciego liścia–Krzewienie Appearance of 3rd leaf–Tillering
- IV. Ruszenie wiosennej wegetacji – Strzelanie w źdźbło Spring start vegetation–Shooting
- V. Strzelanie w źdźbło–Kłoszenie Shooting–Heading
- VI. Kłoszenie – Zakwitanie Heading–Flowering
- VII. Zakwitanie–Dojrzałość mleczna Flowering–Milk maturity
- VIII. Dojrzałość mleczna–Dojrzałość woskowa Milk maturity–Wax maturity

Tabela 2. Współczynniki korelacji i regresji między długością międzyfaz a elementami meteorologicznymi
 Table 2. Correlation and regression coefficients between interphases duration and meteorological elements

Okres Period	Zmienna Variable	Współczynnik korelacji Correlation coefficient r_{xy}	Istotność Significance	Współczynnik regresji Regression coefficient b_{yx}
I. Siew–Wschody Sowing–Emergence	X_2	-0,808	**	- 0,911
II. Wschody–Ukazywanie się 3-go liścia Emergence–Appearance of 3 rd leaf	X_1	0,579	*	4,714
	X_5	0,598	*	0,748
III. Ukazywanie się trzeciego liścia– Krzewienie Appearance of 3 rd leaf–Tillering	X_3	-0,594	*	- 5,554
IV. Ruszenie wiosennej rośliny–Strze- lanie w źdźbło Spring start vegetation - Shooting	X_1	0,823	**	6,452
	X_3	0,611	*	1,359
	X_4	0,887	**	3,328
	X_5	0,855	**	1,199
V. Strzelanie w źdźbło–Kłoszenie Shooting–Heading	X_2	-0,694	*	- 0,400
VI. Kłoszenie–Zakwitanie Heading–Flowering	X_1	0,888	**	10,173
	X_2	-0,656	*	- 0,230
	X_4	0,632	*	5,568
	X_5	0,663	*	1,230
VII. Zakwitanie–Dojrzałość mleczna Flowering–Milk maturity	X_1	0,881	**	13,669
	X_3	0,635	*	4,307
VIII. Dojrzałość mleczna–Dojrzałość woskowa Milk maturity–Wax maturity	X_1	0,881	**	15,417

Objaśnienia Explanations

X_1 suma temperatur sum of air temperature, °C

X_2 średnia temperatura mean of air temperature, °C

X_3 suma opadów sum of precipitation, mm

X_4 suma usłonecznienia sum of sunshine duration, h

X_5 suma parowania sum of evaporation, mm

*istotność dla $\alpha = 0,05$ significance at $\alpha = 0.05$

**istotność dla $\alpha = 0,01$ significance at $\alpha = 0.01$

ciego liścia (37,1 godz.), najwyższą zaś w międzyfazie zakwitanie–dojrzałość mleczna (235,3 godz.). Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała, że sumy usłonecznienia były najsilniej dodatnio skorelowane z czasem trwania okresu od ruszenia wiosennej rośliny do strzelania w źdźbło ($r = 0,887^{**}$). Podobne zależności na przykładzie pszenicy ozimej odnajdujemy w pracy Galanta [1997].

W czasie trwania doświadczenia przeciętnie w latach wyparowało od 11,1 mm wody w okresie wschody–ukazywanie się trzeciego liścia do 58,2 mm

w międzyfazie zakwitanie–dojrzałość mleczna. Najwyższą wartość współczynnika korelacji dla sum parowania i długości okresów międzyfazowych uzyskano w czasie od ruszenia wiosennej roślinności do strzelania w źdźbło ($r=0,855^{**}$). Oddziaływanie omawianego elementu meteorologicznego było istotne także dla długości międzyfaz: wschody–ukazywanie się trzeciego liścia oraz kłoszenie–zakwitanie.

WNIOSKI

1. Temperatura powietrza istotnie oddziałuje na czas trwania większości międzyfaz żyta ozimego, przy czym wzrost sum temperatur w danym okresie powoduje jego wydłużenie, zaś wyższe wartości średnich temperatur powietrza przyspieszają pojawienie się następczej agrofazy.

2. Zwiększenie sum opadów atmosferycznych istotnie wydłuża okresy: ruszenie wiosennej roślinności–strzelanie w źdźbło oraz zakwitanie–dojrzałość mleczna, skraca zaś długość międzyfazy ukazywanie się trzeciego liścia–krzewienie.

3. Sumy usłonecznienia, którego wzrastające wartości powodują wydłużanie poszczególnych międzyfaz, istotnie oddziałują w czasie od ruszenia wiosennej roślinności do strzelania w źdźbło oraz od kłoszenia do zakwitania.

4. Istotny wpływ parowania na długość międzyfaz żyta stwierdza się w okresie od ruszenia wiosennej roślinności do strzelania w źdźbło, a także w międzyfazach: wschody–ukazywanie się trzeciego liścia oraz kłoszenie–zakwitanie (wzrost sum parowania wydłuża wymienione okresy).

PIŚMIENNICTWO

- Deputat T., Marcinkowska I. 1997. Klimatyczne uwarunkowania rozwoju żyta. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Konf. 15, 313, 49–57.
- Galant H. 1997. Wpływ warunków meteorologicznych na rozwój pszenicy ozimej w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Konf. 15, 313, 83–87.
- Grabowska K., Nowicka A., Szwejkowski Z. 1999. Częstotliwość występowania niektórych zjawisk meteorologicznych niesprzyjających roślinności w rejonie Olsztyna i Elbląga. Cz. 1. Żyto ozime. Fol. Univ. Agric. Stetin. 202, Agric. 79, 81–84.
- Jankowska J., Starczewski J., Koc G. 2001. Wpływ elementów meteorologicznych na rozwój i plonowanie żyta ozimego i pszenicy ozimej w rejonie środkowowschodniej Polski. Przegł. Nauk. SGGW w Warszawie, Wydz. Inż. i Kształt. Środ. 21, 45–51.
- Koziara W. 1996. Wzrost, rozwój oraz plonowanie pszenżyta jarego i ozimego w zależności od czynników meteorologicznych i agrotechnicznych. Roczn. AR w Poznaniu, Rozpr. Nauk. 269.
- Raszka E. 1999. Wpływ wybranych czynników meteorologicznych na przebieg rozwoju pszenżyta ozimego w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian Sulejów. Fol. Univ. Agric. Stetin. 201, Agric. 78, 259–268.
- Rozbicki T. 1999. Związek między długością okresów międzyfazowych pszenicy ozimej i jęczmienia jarego a elementami meteorologicznymi. Fol. Univ. Agric. Stetin. 202, Agric. 79, 189–194.